



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«Υδατοκαλλιέργειες» -**

**«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών»**

**ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

**“Μελέτη της χωρικής κατανομής και τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων της Μεσογειακής ιχθυοκαλλιέργειας μέσω διαθέσιμων δορυφορικών απεικονίσεων του λογισμικού Google<sup>TM</sup> earth”**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ:

Πέτρου Η. Χαρίλαος

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Κατσέλης Γεώργιος

Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου

Καρδίτσα 2013



**UNIVERSITY OF THESSALY  
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES  
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE**

**POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM**

***“Aquaculture”***

***IN COLLABORATION WITH  
THE DEPARTMENT OF AQUACULTURE & FISHERIES, TEI OF EPIRUS***

**Msc Thesis:**

**“Study of spatial distribution and technical characteristics  
of Mediterranean marine aquaculture farms via free  
distributed satellite images from Google<sup>TM</sup> earth”**

**Postgraduate Student:**

**PETROU H. CHARILAOS**

**Supervisor:**

**KATSELIS GEORGE**

**Associate Professor T.E.I of Mesolonghi**

**Karditsa 2013**

*Διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του τμήματος Κτηνιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του τμήματος Ιχθυοκομίας Αλιείας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Ηπείρου.*

### Εξεταστική επιτροπή

Δρ. Κατσέλης Γεώργιος, Αναπλ. Καθηγητής ΤΕΙ Μεσολογγίου

Δρ. Ράμφος Αλέξιος, Επικ. Καθηγητής ΤΕΙ Μεσολογγίου

Δρ. Δημητρίου Ευαγγελος, Ιχθυολόγος, Περ. Δυτικής Ελλάδος

## **EYXAPIΣTIEΣ – ACKNOWLEDGEMENTS**

Ευχαριστώ το δάσκαλο μου και καθηγητή Δρ. Γεώργιο Κατσέλη, για την ουσιαστική βοήθεια σε κάθε στάδιο της εργασίας, για τις ώρες που αφιέρωσε στην ανάλυση θεωρητικών και πρακτικών ζητημάτων σχετικά με την εργασία και για την καθοδήγηση που παρείχε σε κάθε στρυφνό σημείο της. Η ικανότητα του να σε οδηγεί στην αναζήτηση της γνώσης, με δική σου προσπάθεια είναι σχεδόν βέβαιο πως σχετίζεται με την ιδιότητα του δασκάλου πολεμικών τεχνών, με τις οποίες ασχολείται χρόνια. Οι συζητήσεις μαζί του – όχι μόνο για τα σχετικά με τη διπλωματική θέματα – αποτέλεσαν ποιοτικές στιγμές αυτής της μακράς διαδικασίας.

Ευχαριστώ την οικογένεια μου Μαίρη και Ηρακλή-Εκτορα για την τεράστια υπομονή και ανοχή που έδειξαν όλον αυτόν τον καιρό, όταν οι εξαφανίσεις μου ανταγωνίζονταν εκείνες του Houdini. Είναι εκείνοι από τους οποίους εκκινούν και στους οποίους καταλήγουν όλες οι προσπάθειες.

Ευχαριστώ τους επιστημονικούς υπεύθυνους του Μεταπτυχιακού προγράμματος, Δρ. Φωτεινή Αθανασσοπούλου και Δρ. Ιωάννη Πάσχο για την κατανόηση και την υπομονή τους στην καθυστέρηση παράδοσης της Διπλωματικής αυτής εργασίας και για την ευκαιρία που μου έδωσαν να πραγματοποιήσω αυτό το μεταπτυχιακό, όπως και την ιδιαίτερη εκπαιδευτική εκδρομή στην Τεργέστη.

Ευχαριστώ τους κριτές της διπλωματικής μου εργασίας Δρ. Ευάγγελο Δημητρίου, ιχθυολόγο της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδος, που έχει υπηρετήσει και υπερασπίζεται την αλιεία, την υδατοκαλλιέργεια και κυρίως τη λιμνοθάλασσα από πολλές θέσεις ιδιαίτερα στον νομό Αιτωλοακαρνανίας, για τις ουσιώδεις παρατηρήσεις του, χωρίς τις οποίες το παρόν κείμενο θα υστερούσε σε εγκυρότητα και σαφήνεια. Ελπίζω να κάλυψα τις υψηλές και λεπτομερείς απαιτήσεις του, καθώς και τον επίκουρο καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου Δρ. Αλέξιο Ράμφο που εν μέσω διδασκαλίας, δειγματοληψιών και συγγραφής, αφιέρωσε χρόνο να διαβάσει ένα κείμενο υπερχειλισμένο από συντομογραφίες, να επισημάνει ασαφή σημεία και να συζητήσει μαζί μου τις εναλλακτικές περιπτώσεις των σημείων αυτών.

*Μην ξεχνάτε το σύστημα,  
το σύστημα δεν πρόκειται  
να σας ξεχάσει.*

Cesare Marchetti

<http://cesaremarchetti.org/>

*... πήραμε το γλυκό τίποτα των κυμάτων  
και το μετατρέψαμε σε ηλεκτρισμό...  
...πήραμε το τρελό αφρισμένο τέρας και  
το μετατρέψαμε σε κατοικίδιο ζώο.*

Yevgeny Ivanovich Zamyatin,

MbI

*Δίχως να βγεις, μπορείς τον κόσμο όλο να γνωρίσεις.*

*Δίχως απ' το παράθυρο να βλέπεις,*

*μπορείς να δεις τους δρόμους τ' ουρανού.*

*Κι έτσι ο συνετός γνωρίζει δίχως να ταξιδεύει*

*Βλέπει δίχως να κοιτάζει*

47, "TAO TE CHING"

LAO TSU

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν η χωρική κατανομή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας σε χώρες της Μεσογείου (Ελλάδα, Τουρκία, Μάλτα, Αλβανία). Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από διαθέσιμες δορυφορικές απεικονίσεις για την περίοδο 2001-2011 από το δωρεάν λογισμικό Google earth. Μετρήθηκαν χαρακτηριστικά όπως ο αριθμός των κλωβών, η διάμετρος των κυκλικών, η πλευρά των τετράγωνων, η ελάχιστη απόσταση από την ακτή, για κάθε μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας και εκτιμήθηκαν με χρήση γεωμετρικών τύπων η μέση επιφάνεια εκτροφής και ο μέσος όγκος εκτροφής για κάθε μονάδα. Στο σύνολο των απεικονίσεων ο μέσος αριθμός κλωβών ανα μονάδα υπολογίσθηκε στους 43.7 ( $\pm 2.62$ ) κλωβοί, η μέση επιφάνεια τους ανα μονάδα στα  $3.92(\pm 0.16) \times 10^3 \text{m}^2$ , ο μέσος όγκος εκτροφής  $57.60(\pm 1.83) 10^3 \text{m}^3$  και η μέση ελάχιστη απόσταση από την ακτή  $254.02 (\pm 19.35) \text{m}$ . Οι μονάδες διαχωρίστηκαν σε χωρικές ομάδες με εφαρμογή cluster analysis (Ward's method) λαμβάνοντας υπόψη και το διαχωρισμό των μονάδων βάσει χώρας. Εκτός της απόστασης από τη ακτή δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χωρικών ομάδων για το μέσο αριθμό κλωβών, τη μέση επιφάνεια και το μέσο όγκο εκτροφής ανα μονάδα (ANOVA;  $P=0.05$ ). Εφαρμόστηκε επίσης cluster analysis (Ward's method) στο σύνολο των δορυφορικών απεικονίσεων για τις χώρες της μελέτης, με σκοπό τη ομαδοποίηση των μονάδων με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούν (τύποι και διαστάσεις κλωβών). Εφαρμόστηκε ANOVA μονής κατεύθυνσης ( $p<0.05$ ) ή όπου αυτό δεν ήταν εφικτό το μη παραμετρικό ισοδύναμό της Kruskal-Wallis test, για τις ομάδες των τεχνικών χαρακτηριστικών. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος  $\chi^2$  ( $\chi^2$  test) για να διερευνηθεί εάν οι χωρικές ομάδες έχουν σχέση με τις ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών. Μελετήθηκε επίσης η συμπεριφορά στο χρόνο για τις μονάδες (και για τις χώρες) που οι ιστορικές δορυφορικές ήταν τουλάχιστον δύο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μονάδες θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας των χωρών της μελέτης δημιουργούν 31 χωρικά clusters (ομάδες) και 8 clusters τεχνικών χαρακτηριστικών, ακόμη έδειξαν πως δεν υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ των χωρικών ομάδων και των ομάδων των τεχνικών χαρακτηριστικών. Η συμπεριφορά των μονάδων στο χρόνο ανέδειξε 4 τύπους αλλαγών: μονάδες που παραμένουν σταθερές στο γεωγραφικό στίγμα και στη σύνθεση, μονάδες που παραμένουν σταθερές στο γεωγραφικό στίγμα και αλλάζουν σύνθεση, μονάδες που εξαφανίζονται από το

γεωγραφικό τους στίγμα και μονάδες που εμφανίζονται σε γεωγραφικές συντεταγμένες που σε παλαιότερη δορυφορική απεικόνιση δεν υπήρχε μονάδα. Για την Ελλάδα και την Τουρκία εκτιμήθηκε το ποσοστό που αναμένεται για την κάθε αλλαγή στο σύνολο των δορυφορικών απεικονίσεων της κάθε χώρας. Έτσι στην Ελλάδα αναμένεται το 47.1% των μονάδων να παραμείνουν σταθερές, το 28.9% να αλλάξουν σύνθεση, το 5.3% να εξαφανιστούν και το 18.41% να είναι μονάδες που νέο- εγκαθίστανται. Στην Τουρκία από την άλλη αναμένεται το 4.1% των μονάδων να παραμείνουν σταθερές, το 12.3% να αλλάξουν σύνθεση, το 49.2% να εξαφανιστούν και το 34.4% να είναι μονάδες που εγκαθίστανται για πρώτη φορά. Η τάση αντικατάστασης των τετράγωνων κλωβών από κυκλικούς επαληθεύτηκε επίσης και δείχνει να συνεχίζεται στο σύνολο των χωρών. Οι μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας που λειτουργούν σήμερα στην Ελλάδα εκτιμήθηκαν στις 229 και στην Τουρκία στις 70. Η εκτίμηση της παραγωγής σε τσιπούρα (*S.aurata*) και λαβράκι (*D.labrax*) έδειξε για την Ελλάδα αυξημένη ετήσια παραγωγή σε σύγκριση με επίσημα στοιχεία του FAO ενώ για την Τουρκία προβλέφθηκε μείωση της ετήσιας παραγωγής που αναμένεται να επαληθεύσουν επίσημα στοιχεία που ακόμη δεν είναι διαθέσιμα. Αυτή η μελέτη αναδεικνύει το Google earth ως ένα νέο εργαλείο για έρευνα και επικύρωση στον τομέα της υδατοκαλλιέργειας.

**Λέξεις-κλειδιά:** Google earth, μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας, ιχθυοκλωβοί, χωρική κατανομή, Μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια.

## ABSTRACT

In the present study the spatial distribution and the technical characteristics of fish farms of marine pisciculture in countries of Mediterranean (Greece, Turkey, Malta and Albania) were studied. The data were collected by available satellite depictions for the period 2001-2011 from free software Google earth. The characteristics that were measured are the number of cages, the diameter of circular cages, the side of square cages, the minimal distance by the coast, for each fish farm unit and been appreciated with use of geometric types: the mean surface of stock farming and the mean volume of stock farming for each fish farm. Total, the average cages number, the mean surface, the mean volume and the mean minimum distance from the coast per fish farm unit were estimated as 43.7 ( $\pm 2.62$ ) cages,  $3.92(\pm 0.16) \times 10^3 \text{ m}^2$ ,  $57.60(\pm 1.83) 10^3 \text{ m}^3$  and  $254.02 (\pm 19.35) \text{ m}$ , respectively. Fish farms were separated in spatial groups with cluster analysis (Ward's method) taking into consideration the segregation of fish farm units depended on which country they were. It was also applied, cluster analysis (Ward's method) in the satellite depictions for the countries of study, aiming at the regrouping of fish farms based on technical characteristics that they use (types and dimensions of cages). We used ANOVA- one side direction- ( $p < 0.05$ ) or where this was not feasible non parametrical equivalent Kruskal-Wallis test, for the groups of technical characteristics (TFGs). It was realised  $\chi^2$  test in order to investigate if the spatial groups (SGs) have relation with the groups of technical characteristics (TFGs). It was also studied, the evolution in per year for the fish farms and for the countries that historical satellite images were at least two. The results showed that the fish farms of marine pisciculture of the countries in the study are grouped in 31 spatial clusters and 8 clusters of technical characteristics, further results showed that does not exists any relation between the spatial groups and the groups of technical characteristics. The evolution of fish farms (ffs) in per year indicated 4 types of changes: ffs that remain constant in the geographic position and in the composition, ffs that remain constant in the geographic position and change their composition, fish farms that are disappeared by their geographic position and ffs that are presented in geographic position that in older satellite depiction did not exist fish farm. For Greece and Turkey been appreciated the percentage that is expected for each change for all satellite depictions of each country. Thus in Greece is expected that 47.1% ffs remain constant, 28.9% change composition, 5.3% to disappear and the 18.41% to be ffs that



are new-installed. In Turkey by the other, is expected that 4.1% ffs remain constant, 12.3% change composition, 49.2% are disappeared and 34.4% to be ffs that are installed for first time. The tendency of replacement of square cages from circular cages was also verified and it seems to be continued for all the countries of the study. The fish farms currently operating in Greece were estimated at 229 and in Turkey at 70. The estimated production in sea bream (*S.aurata*) and sea bass (*D.labrax*) showed for Greece increased annual production compared to official FAO data and for Turkey predicted reduction in annual production that is expected to verify official figures which are not yet available. This study demonstrate Google earth as a new tool for validation and research in aquaculture.

**Key-words:** Google earth, fish farm, cages, spatial distribution, Mediterranean aquaculture.

## **ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ και ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ** **ACRONYMS and ABBREVIATIONS**

Google <sup>TM</sup> earth	Ge
Δορυφορικές απεικονίσεις	(Satellite Images) satImS
Μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας	(Fish Farms) FFs
Νεοεμφανιζόμενη μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας	(New Fish Farm) NFF
Μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας που σε παλαιότερες δορυφορικές απεικονίσεις υπήρχε, αλλά δεν υπάρχει σε νεότερη	(Past Fish Farm) PFF
Μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας που παραμένει σταθερή στη σύνθεσή της, μεταξύ παλαιότερης και νεότερης δορυφορικής απεικόνισης	(Constant Fish Farm) CFF
Μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας που αλλάζει τη σύνθεσή της, μεταξύ παλαιότερης και νεότερης δορυφορικής απεικόνισης	(Changed Fish Farm) CHFF
Ομάδα χωρικής συνάθροισης μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας	(Spatial Group) SG
Ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών κλωβών	(Technical Features Group) TFG
Μεταβολή μονάδας εκτροφής τύπου σταθερού γεωγραφικού στίγματος και σταθερής σύνθεσης	(Constant) C
Μεταβολή μονάδας εκτροφής τύπου σταθερού γεωγραφικού στίγματος και διαφορετικής σύνθεσης	(Changed) CH
Μεταβολή μονάδας εκτροφής τύπου εξαφάνισης από το γεωγραφικό στίγμα	(Erased) E
Μεταβολή μονάδας εκτροφής τύπου εμφάνισης σε γεωγραφικό στίγμα που σε παλαιότερη δορυφορική απεικόνιση δεν υπήρχε μονάδα εκτροφής	(Installation) I
Keyhole Markup Language	KML
Μέσος αριθμός κλωβών μονάδας ιχθυοκαλλιέργειας	AvN

Μέση απόσταση από την ακτή μονάδας  
ιχθυοκαλλιέργειας

dcc

Μέση επιφάνεια εκτροφής μονάδας  
ιχθυοκαλλιέργειας

Sfn

Μέσος όγκος εκτροφής μονάδας  
ιχθυοκαλλιέργειας

Vn

Κλωβός πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας  
(High Density PolyEthylene Cage)

HDPE



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>13</b>
Μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια .....	13
Η περίπτωση της Ελλάδας.....	15
Η περίπτωση της Τουρκίας .....	16
Η περίπτωση της Μάλτας.....	17
Η περίπτωση της Αλβανίας .....	17
Κοινωνική και οικονομική σημασία της υδατοκαλλιέργειας .....	18
Συγκρούσεις χρήσης (use conflicts) ή παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας στη θάλασσα.....	18
Συνέπειες της υδατοκαλλιέργειας στο παράκτιο οικοσύστημα .....	19
Χωροθέτηση μονάδων ιχθυοκλωβών .....	20
Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας.....	22
Υδατοκαλλιέργεια και γεωγραφικός χώρος.....	24
Η έννοια της ανάλυσης χώρου.....	24
Προέλευση γεωγραφικών δεδομένων στην υδατοκαλλιέργεια (χάρτες και τηλεπισκόπηση).....	24
Το δωρεάν (free) λογισμικό Google <sup>TM</sup> earth ( παρουσίαση) .....	26
Χρήση του Google <sup>TM</sup> earth στην επιστημονική έρευνα .....	27
Σκοπός της εργασίας .....	29
<b>ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>30</b>
Χωροθέτηση μονάδων .....	33
Τεχνικά χαρακτηριστικά .....	33
Διαχρονικές Μεταβολές .....	34
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>36</b>
Χωρική κατανομή .....	36
Τεχνικά χαρακτηριστικά κλωβών μονάδων εκτροφής .....	42
Διαχρονικές Μεταβολές .....	46
Ανάλυση μεταβολών .....	50
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>55</b>
Συμπεράσματα .....	67
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - References .....</b>	<b>69</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>81</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Μεσόγειος είναι μια διηπειρωτική θάλασσα, μεταξύ της Ευρώπης στα βόρεια, της Αφρικής στα νότια και της εγγύς ανατολής στα ανατολικά. Καλύπτει μια περιοχή περίπου 2512000 km<sup>2</sup>, περιλαμβάνει και τη θάλασσα του Μαρμαρά. Έχει μέσο βάθος 1500 m και ένα μέγιστο βάθος 5150 m κοντά στη νότια ακτή της Πελοποννήσου. Η Μεσόγειος είναι σχεδόν μια εντελώς κλειστή υδάτινη λεκάνη όπου η συνεχής εισροή επιφανειακών νερών από τον Ατλαντικό ωκεανό και τη Μαύρη θάλασσα αποτελεί την κύρια πηγή υδάτων. Η περιορισμένη εισροή υδάτων και η υψηλή εξάτμιση, κάνει τη Μεσόγειο να έχει μεγαλύτερη αλατότητα από τον Ατλαντικό. Οι επιφανειακές θερμοκρασίες ποικίλουν από ένα ελάχιστο μέσο όρο 10°C το χειμώνα στην Αδριατική θάλασσα, σε ένα μέγιστο 28-30 °C στις νότιο-ανατολικές ακτές. Η χαμηλή συγκέντρωση φωσφορικών και νιτρικών περιορίζει τη διαθεσιμότητα τροφής και συνεπώς την συνολική ποσότητα θαλάσσιας ζωής στη Μεσόγειο. Το συνολικό μήκος των ακτών της Μεσογείου είναι περίπου 45000 km. Στις ακτές της Μεσογείου λαμβάνει χώρα και η συνεχώς αυξανόμενη βιομηχανία της θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας (FAO,2006).

### Μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια

Η παγκόσμια παραγωγή από την υδατοκαλλιέργεια αναπτύσσεται δυναμικά και παρέχει όλο και περισσότερο σημαντικές ποσότητες ιχθύων και άλλων τροφίμων που προέρχονται από τη θάλασσα, για ανθρώπινη κατανάλωση, μια τάση που προβλέπεται να συνεχιστεί (COFI, 2011). Η υδατοκαλλιέργεια αποτελεί ιδιαίτερα διαφορετικό τομέα παραγωγής συμπεριλαμβάνοντας πολλά διαφορετικά συστήματα, τοποθεσίες, εγκαταστάσεις, τεχνικές, διαδικασίες και προϊόντα, που λειτουργούν κάτω από ένα ευρύ φάσμα πολιτικών, κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών συνθηκών. Πρόσφατα διαθέσιμα δεδομένα (2008) δείχνουν ότι η πλειοψηφία των προϊόντων της Ευρωπαϊκής υδατοκαλλιέργειας, περίπου 75%, προέρχονται από τη θαλάσσια υδατοκαλλιέργεια (FAO, 2010). Η παραγωγή θαλάσσιων ειδών οστεϊχθύων (όπως του λαυρακιού και της τσιπούρας στις Μεσογειακές χώρες), συνέχιζε να

αυξάνει γενικά, μεταξύ του 2002 και του 2008 (με κάποιες ετήσιες διακυμάνσεις) (FAO, 2010). Οι πιο σημαντικές αυξήσεις στην παραγωγή υδατοκαλλιέργειας ήταν σε είδη ψαριών με υψηλότερη αξία μονάδας και κατά ένα μεγάλο μέρος κυριάρχησαν το λαυράκι και η τσιπούρα (FAO, 2010). Οι ιχθυοκαλλιέργειες στη θάλασσα της Μεσογείου αποτελούν έναν από τους πλέον δυναμικούς κλάδους της ευρωπαϊκής βιομηχανίας παραγωγής τροφίμων από τη θάλασσα.

Η Μεσογειακή εκτροφή σε κλωβούς ξεκίνησε στις αρχές του 1980, ακολουθώντας την επιτυχία της εκτροφής του σολομού σε κλωβούς και την εισαγωγή και προσαρμογή των τεχνολογιών εκτροφής, από τη Νορβηγία και τη Σκωτία. Η ώθηση ωστόσο δόθηκε από την ελεγχόμενη αναπαραγωγή της τσιπούρας και του λαυρακιού και επιτεύχθηκε με τη μαζική παραγωγή και διαθεσιμότητα του γόνου (Cardia and Lovatelli, 2007). Όλες οι Μεσογειακές χώρες παράγουν τσιπούρα και λαυράκι σε κλωβούς. Οι κυρίαρχες χώρες, ταξινομημένες κατά όγκο παραγωγής το 2004 ήταν η Ελλάδα, Τουρκία, Ισπανία, Ιταλία, Κροατία και Γαλλία (FAO/FIDI, 2006).

Τα πιο κοινά εκτρεφόμενα θαλάσσια είδη της Μεσογείου είναι το λαυράκι (*Dicentrarchus labrax*) και η τσιπούρα (*Sparus aurata*). Το 2004 η Μεσογειακή παραγωγή των δύο αυτών ειδών ήταν 88500 τόνοι για την τσιπούρα και 73800 t για το λαυράκι (FAO/FIDI, 2006). Η Ελλάδα σαν πρώτη παραγωγός χώρα, είχε παραγωγή και για τα δύο είδη περίπου 85350 t το 2010 ενώ την ίδια χρονιά η Τουρκία είχε παραγωγή για τα δύο αυτά είδη 78953 t, η Μάλτα 1857 t και η Αλβανία 602 t (FAO,2012) .

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής, εάν όχι το σύνολο, προέρχεται από εκτροφή σε κλωβούς. Οι κλωβοί έχουν ένα ευρύ φάσμα σχημάτων και μεγεθών και είναι φτιαγμένοι από διαφορετικά υλικά (FAO, 2010). Το 2004 η συνολική παραγωγή από τη Μεσογειακή εκτροφή σε κλωβούς των δύο αυτών ειδών (τσιπούρα – λαυράκι), υπολογίστηκε στο 85% της συνολικής τους παραγωγής (FAO/FIDI, 2006; SIPAM, 2006). Το πιο κοινό εύρος εμπορικού μεγέθους και για τα δύο είδη είναι μεταξύ 300-400 g. Στην εκτροφή στους κλωβούς αυτό το βάρος επιτυγχάνεται στους 12-18 μήνες για την τσιπούρα και 15-20 μήνες για το λαυράκι, όταν ο κύκλος παραγωγής αρχίζει την άνοιξη και τα ιχθύδια που χρησιμοποιούνται είναι 2-4 g (Cardia and Lovatelli, 2007). Κατά συνέπεια, η πάχυνση στις μονάδες ιχθυοκλωβών στη θάλασσα, αποτελεί

και τη μεγαλύτερη χρονικά περίοδο του συνολικού χρόνου εκτροφής, για την τσιπούρα και το λαυράκι.

### **Η περίπτωση της Ελλάδας**

Η Ελλάδα είναι η περισσότερο ανεπτυγμένη Μεσογειακή χώρα σε επίπεδο υδατοκαλλιέργειας σε κλωβούς, με 310 αδειοδοτημένες περιοχές για παραγωγικές μονάδες το 2004 (FAO, 2006). Είναι η μεγαλύτερη παραγωγός χώρα λαυρακιού (*Dicentrarchus labrax*) και τσιπούρας (*Sparus aurata*) στην περιοχή. Όσον αφορά το γαλαζόπτερο τόνο του Ατλαντικού (*Thunnus thynnus*), υπάρχει μία μόνο μονάδα πάχυνσης, η οποία ιδρύθηκε το 2003 στις Εχινάδες νήσους (Cardia and Lovatelli, 2007). Το 2010 η παραγωγή τόνου έφτασε τους 90 t (FAO,2012).

Αυτή η ανάπτυξη έχει ευνοηθεί από διάφορους παράγοντες ανάμεσα στους οποίους είναι: η ακτογραμμή που παρέχει μεγάλο αριθμό προφυλαγμένων περιοχών., η εγγύτητα στη μεγαλύτερη αγορά της περιοχής (Ιταλία), οι ενθαρρυντικές ευρωπαϊκές και εθνικές πολιτικές επιχορήγησης. Οι πρώτες εμπορικές εταιρίες ιδρύθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Η παραγωγή λαυρακιού και τσιπούρας από το 1995 έως το 2001 αυξήθηκε από περίπου 19000 t σε περισσότερο από 66000 t (Cardia and Lovatelli,2007). Εντούτοις, η παραγωγή δεν συνδυάστηκε με στρατηγικό σχεδιασμό στο επίπεδο προώθησης του τελικού προϊόντος, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό. Υψηλή παραγωγή ψαριών, προκάλεσε κρίση του κλάδου και οι τιμές έπεσαν αρκετά κάτω από το κόστος παραγωγής. Διάφορες εταιρίες στην Ελλάδα - όπως και στις άλλες παραγωγούς (λαυρακιού – τσιπούρας) χώρες- , χρεοκόπησαν. Το 2002 η παραγωγή εμφάνισε για πρώτη φορά στη δεκαετία, πτώση. Οι μικρές μονάδες πολύ συχνά συγχωνεύονται στις μεγαλύτερες εταιρίες και χαρακτηριστικά που εμφανίζονται, όπως ο έντονος ανταγωνισμός και η γιγάντωση του κλάδου (Stephanis, 1995), φαίνεται πως δεν αφήνουν περιθώρια για μικρές εταιρίες. Το 2004 η συνολική αξία της παραγωγής στους κλωβούς, αντιπροσώπευε το 90% των συνολικών εσόδων από την υδατοκαλλιέργεια (FAO,2006). Η ελληνική ακτογραμμή επιτρέπει την εγκατάσταση μονάδων ιχθύων σε προφυλαγμένες περιοχές, όπου ο κίνδυνος από δυσμενείς καιρικές συνθήκες είναι περιορισμένος. Αυτό επέτρεψε τη χρήση συστημάτων κλωβών χαμηλής τεχνολογίας και συγκράτησε τις επενδύσεις και το κόστος συντήρησης χαμηλά. Η πλειοψηφία των κατασκευών εκτροφής είναι κυκλικοί, διπλού σωλήνα HDPE -Κλωβός Πολυαιθυλενίου Υψηλής Πυκνότητας-

(High Density PolyEthylene cage- HDPE cage) επιπλέοντες κλωβοί. Ευρέως χρησιμοποιούνται επίσης και επιπλέοντα κλουβιά τετράγωνου σχήματος.

### **Η περίπτωση της Τουρκίας**

Στην Τουρκία η εκτροφή σε κλωβούς ξεκίνησε το 1985 με την παραγωγή λαυρακιού (*Dicentrarchus labrax*) και τσιπούρας (*Sparus aurata*). Η εκτροφή σε κλωβούς για αυτά τα δύο είδη αυξήθηκε ιδιαίτερα και το 2003 η παραγωγή ήταν περίπου 37700 t από 345 μονάδες (FAO,2006), ενώ το 2010 η παραγωγή των δύο ειδών έφτασε τους 78953 t (FAO,2012). Η πάχυνση του γαλαζόπτερου τόνου του Ατλαντικού (*Thunnus thynnus*) άρχισε το 1999 και πραγματοποιείται σε 6 αδειοδοτημένες τοποθεσίες, δύο στην ακτή στο Izmir και 4 κατά μήκος της νότιας ακτής της Ανατολίας (Cardia and Lovatelli,2007). Το 2010 η παραγωγή τόνου ήταν 580 t (FAO,2012).

Η τουρκική ακτογραμμή, ιδιαίτερα κατά μήκος του Αιγαίου, είναι παρόμοια με την ελληνική με μεγάλο αριθμό προστατευμένων περιοχών όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί εκτροφή σε ιχθυοκλωβούς, χρησιμοποιώντας συμβατικά επιπλέοντα κλουβιά και συστήματα αγκυροβολίων. Οι περισσότερες μονάδες ιχθυοκλωβών βρίσκονται στις νότιες ακτές του Αιγαίου. Η παραγωγή από αυτήν την περιοχή αποτελεί περίπου το 95% όλης της παραγωγής σε τσιπούρα και λαυράκι (Cardia and Lovatelli,2007). Κατά την περίοδο 1995-2004, η προερχόμενη από κλωβούς παραγωγή, αυξήθηκε από 7600 t σε 48300 t (FAO,2006). Το 2003, το μερίδιο παραγωγής της υδατοκαλλιέργειας σε κλωβούς, σε ποσότητα ήταν περίπου το 51% της συνολικής εθνικής παραγωγής (Cardia and Lovatelli,2007). Οι πιο δημοφιλείς σε χρήση, τύποι κλωβών είναι οι επιπλέοντες HDPE τύποι, διαφορετικών σχημάτων και μεγεθών. Μερικές εταιρίες με εμπειρία στον κλάδο, εισήγαγαν τη χρήση μεγάλων κυκλικών κλωβών διαμέτρου 50 μέτρων. Λόγω των περιορισμών από τον κλάδο του τουρισμού, οι περισσότερες μονάδες ιχθυοκλωβών, άφησαν τα προστατευόμενα παράκτια και ρηχότερα νερά και εγκαταστάθηκαν σε νέες περισσότερο εκτεθειμένες περιοχές στην ανοιχτή θάλασσα. Ήταν αναγκαιότητα λοιπόν, να υιοθετηθούν βελτιωμένες τεχνολογίες κλωβών όπως τα HDPE κυκλικά κλουβιά.



### **Η περίπτωση της Μάλτας**

Στην Μάλτα η παραγωγή υδατοκαλλιέργειας πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου σε κλωβούς στη θάλασσα. Η εκτροφή σε κλωβούς ξεκίνησε στις αρχές του 1990, αρχικά εκτρέφοντας τσιπούρα (*Sparus aurata*) και λαυράκι (*Dicentrarchus labrax*). Μόνο αρκετά αργότερα κάποιες εταιρίες μετατόπισαν το ενδιαφέρον τους προς την πιο κερδοφόρα πάχυνση του γαλαζόπτερου τόνου του Ατλαντικού (*Thunnus thynnus*). Το 2003 από τις έξι ενεργές εταιρίες οι τρεις παρήγαγαν λαυράκι και τσιπούρα και οι τρεις ασχολούνταν αποκλειστικά με την πάχυνση τόνου. Το 2003 η συνολική παραγωγή από εκτροφή σε κλωβούς εκτιμήθηκε στους 4500 t (Cardia and Lovatelli, 2007). Το 2010 η παραγωγή για το λαυράκι ήταν 102 t, για την τσιπούρα 1755 t και για τον τόνο 990 t (FAO,2012). Στη Μάλτα χρησιμοποιούνται επιπλέοντες κλωβοί διαφορετικών μοντέλων, υλικών και διαστάσεων. Η ανάπτυξη της τσιπούρας και του λαυρακιού πραγματοποιείται σε πλαστικούς HDPE κλωβούς με διάμετρο από 18 έως 22 m. Κάθε προ-πάχυνση πραγματοποιείται σε τετράγωνους κλωβούς 5×5 m (Jet-float) ή σε Floatex HDPE κλωβούς. Η βιομηχανία του γαλαζόπτερου τόνου χρησιμοποιεί μεγαλύτερους HDPE κλωβούς με διάμετρο 50 – 60 m (το 2003 εγκαταστάθηκαν δύο κλωβοί διαμέτρου 90m) συνήθως αγκυροβολημένοι σε βαθιά νερά και εγκαταστημένοι στα 30 m βάθος (Cardia and Lovatelli, 2007).

### **Η περίπτωση της Αλβανίας**

Στην Αλβανία η παραγωγή τσιπούρας (*Sparus aurata*) και λαυρακιού (*Dicentrarchus labrax*) για το 2010 ήταν 467 t και 135 t αντίστοιχα, ενώ για το λαυράκι δεν υπάρχουν δεδομένα παραγωγής προηγούμενων ετών. Δεν υπάρχουν επίσης δεδομένα για παραγωγή γαλαζόπτερου τόνου Ατλαντικού (*Thunnus thynnus*) (FAO,2012).

## **Κοινωνική και οικονομική σημασία της υδατοκαλλιέργειας**

Η εκτροφή ιχθύων αποτελεί εξαγωγική βιομηχανία για πολλές Μεσογειακές χώρες. Επιπλέον παρέχει εργασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε απομακρυσμένες περιοχές όπου υπάρχουν πολύ λίγες εναλλακτικές θέσεις εργασίας. Σε μερικά νησιά, η βιομηχανία εκτροφής ιχθύων και οι συνδεδεμένες με αυτήν οικονομικές δραστηριότητες (εκκολαπτήρια, συσκευαστήρια κλπ) ανήκουν στους μεγαλύτερους εργοδότες στον ιδιωτικό τομέα (Huntington *et al*, 2006). Οικονομικές μελέτες σε αυτά τα θέματα (Katranidis, 2001, Katranidis *et al.*, 2003), έχουν δείξει πως η κοινωνική αποδοχή της υδατοκαλλιέργειας διαφέρει ανάμεσα σε περιοχές και δείχνει να εξαρτάται από το μέγεθος της βιομηχανίας, τις επιδράσεις στις τοπικές οικονομίες, τον χρόνο που παρήλθε από την επένδυση κ.α. Όμως οι αρνητικές επιδράσεις έχουν συχνά προκαλέσει συγκρούσεις με άλλους χρήστες της παράκτιας ζώνης και ιδιαίτερα με ιδιοκτήτες γης κοντά σε περιοχές υδατοκαλλιέργειας, που συχνά έχουν προσφύγει δικαστικά (Huntington *et al*, 2006).

## **Συγκρούσεις χρήσης (use conflicts) ή παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της υδατοκαλλιέργειας στη θάλασσα**

Η χρήση περιοχών για ιχθυοκαλλιέργεια σε κλωβούς προκαλεί συγκρούσεις με άλλες μορφές υδατοκαλλιέργειας, με τη ναυσιπλοΐα, τον τουρισμό, με στρατιωτικές δραστηριότητες, με την άγρια φύση και έχει δημιουργήσει περιορισμένη διαθεσιμότητα νέων περιοχών (MEP, 1999). Η παρουσία των συστημάτων υδατοκαλλιέργειας σε περιοχές φυσικής ομορφιάς δημιουργεί αυξανόμενες ανησυχίες του κοινωνικού συνόλου σχετικά με τη χρήση των κοινών δημόσιων παράκτιων υδάτων, για την ανάπτυξη ψαριών με το σύστημα των ιχθυοκλωβών, και για την πιθανή επακόλουθη απομάκρυνση των αλιέων και άλλων επαγγελματιών που βιοπορίζονταν από τον χώρο αυτό (FAO, 2006). Ο αυξανόμενος ανταγωνισμός για πόρους με άλλες οικονομικές δραστηριότητες είναι έτσι, η κύρια πρόκληση για την περεταίρω ανάπτυξη της Ευρωπαϊκής υδατοκαλλιέργειας και η πρόσβαση σε κατάλληλες τοποθεσίες για παραγωγή υδατοκαλλιέργειας, αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα (FAO, 2010; COFI, 2011).

## Συνέπειες της υδατοκαλλιέργειας στο παράκτιο οικοσύστημα

Έχουν αναφερθεί φαινόμενα υπετροφισμού, που επιδρούν στην ποιότητα του νερού, τοπικές αλλαγές των συναθροίσεων στο βενθικό βιότοπο και σε κλειστές τοποθεσίες αλλαγές στην πρωτογενή παραγωγικότητα (Porter *et al.*, 1987; Pillay, 2004; MEP 1999; Huntington *et al.*, 2006; Fernandes-Jover *et al.*, 2002; 2008; 2009; Karakassis *et al.*, 1998; 2000; 2001; 2004, Kalantzi and Karakassis, 2006; Kladoudatos *et al.*, 2006; Multi *et al.*, 2001; Yabanlı and Egemen, 2009; Morata *et al.*, 2012). Η υγεία των εκτρεφόμενων ψαριών επηρεάζεται και κατά συνέπεια η αποδοτικότητα (Athanasopoulou *et al.*, 1999; Beveridge, 1996; 2004; GESAMP, 1991). Αν και η συσσώρευση αποβλήτων από μια μονάδα εκτροφής ιχθύων μπορεί να θεωρηθεί σημειακή πηγή, κάποια από αυτά ενδέχεται να συμβάλλουν σε οικολογικές πιέσεις σε απόσταση από την πηγή, επιπλέον είναι χρήσιμο να εξετάζονται οι συνολικές επιδράσεις διαφόρων μονάδων στο συνολικό όγκο του νερού και οι συνολικές επιπτώσεις της υδατοκαλλιέργειας, σε μια μεγάλη περιοχή στην παράκτια ζώνη (Huntington *et al.*, 2006). Εξάλλου υπάρχουν λίγα δεδομένα για τη διαθεσιμότητα της τροφής των περιοχών που επηρεάζονται από τις δραστηριότητες των μονάδων εκτροφής (Karakassis *et al.*, 2005).

Όμως από πολλές μελέτες στη Μεσόγειο προκύπτει ότι σε μικρές χωρικές κλίμακες, δεν υπάρχει συστηματική επίδραση στις φυσικοχημικές παραμέτρους της στήλης του νερού από την εκτροφή ψαριών (La Rosa *et al.*, 2001; 2002; Belias *et al.*, 2003; Pitta *et al.*, 1999; 2005; 2006; 2009).

Εκτός από την απόθεση αποβλήτων από φυσικές διαδικασίες και τη τροφή που δεν καταναλώθηκε, μια μονάδα εκτροφής μπορεί να διαχέει στο περιβάλλον χημικά υπολείμματα μετά από χειρισμούς απολύμανσης ή θεραπείας ασθενειών (Bjorklund *et al.*, 1990; 1991, Beveridge, 1984; Ackefors and Södergren, 1985; Weston, 1986; 1996).

Έχει αναφερθεί επίσης ενδεχόμενη επίδραση των χημικών που εισάγονται μέσω των υλικών κατασκευής, στο υδάτινο περιβάλλον (Zitko *et al.*, 1986; Zitko, 2001, Rosenthal *et al.*, 1988), ωστόσο η έκταση της επίδρασής τους οφείλει να καθοριστεί δεδομένου της χαμηλής διαλυτότητάς τους στο νερό και του αργού ρυθμού της αραίωσής τους (Pillay, 2004).

Τα χαρακτηριστικά της κατανομής των μονάδων εκτροφής επιδρούν επίσης στη διαθεσιμότητα του γόνου στα παράκτια οικοσυστήματα (Dimitriou *et al.*, 2007) αλλά

και στη χωρική κατανομή και βιομάζα των άγριων πληθυσμών ψαριών (Dempster *et al.*, 2002;2004,;Akyol and Ertosluk, 2010; Machias *et al.* 2004; 2005;Pinakis *et al.*,2003; Arechavala-Lopez *et al.*,2010).

Αυξημένες θνησιμότητες λόγω παρασιτικής μόλυνσης, σε μονάδες πάχυνσης λαυρακιού και τσιπούρας, εμφανίζονται όταν αυξάνονται τα μεγέθη των μονάδων και οι τεχνικές διαχείρισης γενικά, αποτυγχάνουν να χρησιμοποιήσουν αγρανάπαυση και αλλαγή θέσης (MEP, 1999). Οι αποθέσεις στο περιβάλλον από τους ιχθυοκλωβούς, έχουν αναδειχθεί σε σημαντικό ζήτημα, περιορίζοντας τη χρήση περιοχών. Οι περισσότερες περιοχές ιχθυοκλωβών απαιτούν εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Environmental Impact Assessments – EIA). Σύμφωνα με την οδηγία Εκτίμησης Περιβαλλοντικής Επίπτωσης 97/11/EC, το μέγεθος ή η φύση των έργων που απαιτούν EIA, καθορίζονται από τα κράτη μέλη. Οι εκτιμήσεις περιβαλλοντικής επίπτωσης αυξάνουν το κόστος των παραγωγών (EC,2001).

### **Χωροθέτηση μονάδων ιχθυοκλωβών**

Οι διάφορες ζώνες εφαρμογής της θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας έχουν διαχωριστεί χωρικά (Ryan, 2004; Bridger *et al.*, 2003; Muir, 2004; Booth and Wood, 2004), όμως αυτά που ορίζουν τη δυνατότητα για εκτροφή στη θάλασσα είναι οι ανάγκες των εκτρεφόμενων οργανισμών, οι κατασκευές, οι εγκαταστάσεις υποστήριξης στην ακτή και η προσβασιμότητα (Kapetsky and Aguilar-Manjarrez, 2007). Οι Cicin-Sain *et al.* (2005) έχουν αναφερθεί στην ανάγκη ύπαρξης αριθμού επιλογών για εγκατάσταση της παράκτιας υδατοκαλλιέργειας, που περιλαμβάνουν συγκεκριμένη μίσθωση ή ανάπαυση περιοχών για υδατοκαλλιέργεια, οριζόμενη ή προ-εγκεκριμένη περιοχή για υδατοκαλλιέργεια, χωρισμένες σε ζώνες περιοχές για πολλαπλές χρήσεις, θαλάσσια πάρκα υδατοκαλλιέργειας.

Οι απαιτήσεις χωροθέτησης ποικίλουν ανάμεσα στις Μεσογειακές χώρες. Αν και υπάρχει σταθερή απαίτηση για μια Μελέτη Περιβαλλοντικής Επίπτωσης (ΜΠΕ), δεν υπάρχει κοινή εκτίμηση των ρυθμιστικών ζητημάτων μεταξύ των Μεσογειακών κρατών. Μια πρόταση για ένα κοινό πρωτόκολλο επιλογής τοποθέτησης (PAP/ RAC, 1996) δεν έχει υιοθετηθεί ομοιόμορφα από τις Μεσογειακές χώρες (Huntington *et al.*, 2006). Η εκτεταμένη ακτογραμμή (περίπου 17000 km) παρέχει πολλές τοποθεσίες κατάλληλες για υδατοκαλλιέργεια. Στην Ελλάδα, την κορυφαία χώρα, από άποψη

παραγωγής, η διοίκηση επέβαλλε σειρά διαδικασιών για την έγκριση τοποθέτησης μονάδας, αλλά δεν υπήρχαν ακριβείς απαιτήσεις για τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στη Μελέτη Περιβαλλοντικής Επίπτωσης (Papoutsoglou, 2000) , κάτι που τα τελευταία χρόνια έχει προσαρμοστεί και εξελιχθεί (Υ.Π.Ε.Κ.Α.,2011). Μια πρόσφατη αλλαγή στο ρυθμιστικό πλαίσιο προβλέπει την καθιέρωση περιοχών για οργανωμένη ανάπτυξη υδατοκαλλιέργειας (ΠΟΑΥ) που θα είναι ρυθμιστικά ελεγχόμενη και οποιαδήποτε ανάπτυξη θα εξετάζεται σε μια ευρεία κλίμακα (Υ.Π.Ε.Κ.Α.,2011). Στην Τουρκία, νέα νομοθεσία ενεργοποιήθηκε το 2007 για την προστασία του νερού από την ρύπανση που προκαλείται από την εκτροφή ιχθύων σε κλειστούς κόλπους (Yücel-Gier *et al.*,2009;2011) και η δραστηριότητα της υδατοκαλλιέργειας θεωρείται παράγοντας ευτροφισμού από το υπουργείο Περιβάλλοντος και Δασών (MEF), και ελέγχεται από την Τουρκική νομοθεσία (MEF, 2007;2008), που δηλώνει πως ο έλεγχος είναι αναγκαίος για τις μονάδες εκτροφής ιχθύων που βρίσκονται ήδη σε κόλπους .

Ωστόσο στις κύριες παραγωγούς χώρες της Μεσογείου, πολλές από τις καλύτερες και περισσότερο προφανείς τοποθεσίες έχουν πληρωθεί και ο ανταγωνισμός για τις εναπομείναντες κατάλληλες περιοχές είναι αυξανόμενος, δημιουργώντας διάφορα ζητήματα: η ένταση της παραγωγής στις υπάρχουσες περιοχές τείνει να αυξάνει έως ότου επηρεαστεί η παραγωγικότητα – σε πολλές περιπτώσεις αυτό γίνεται φανερό μόνο όταν η οικολογική ζημιά έχει ήδη επέλθει, ως απάντηση μετριασμού του φαινομένου αυτού, έχουν χρησιμοποιηθεί η ανάπτυξη στρατηγικών αγρανάπαυσης και τεχνικές διαχείρισης ενιαίου κόλπου (MEP, 1999). Αφού εξάλλου οι καλύτερες τοποθεσίες έχουν ήδη καταληφθεί, γίνονται συμβιβασμοί σχετικά με την επιλογή νέας θέσης εγκατάστασης. Έτσι, υπάρχει τάση μετεγκατάστασης των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας στην ανοιχτή θάλασσα.

Έχει πλέον αναγνωριστεί ότι συγκεκριμένες τοποθεσίες και ημίκλειστα οικοσυστήματα (π.χ. κόλποι) έχουν μια πεπερασμένη φέρουσα ικανότητα, δηλαδή ένα ανώτερο όριο για την περιοχή να αφομοιώσει ανθρωπογενείς επιδράσεις, χωρίς αποδεκτή μακροπρόθεσμη οικολογική αλλαγή. Μοντέλα πρόβλεψης της φέρουσας ικανότητας μεμονωμένων κόλπων που χρησιμοποιούνται για υδατοκαλλιέργεια, έχουν πραγματοποιηθεί σε ερευνητικά προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (MEP, 1999). Η αποκατάσταση περιοχών από εντατική οργανική ρύπανση, από κλωβούς ψαριών μπορεί να πάρει πολλά χρόνια (Henderson *et al.*, 2001), και στοιχεία

δείχνουν πως υπάρχει ένα ασταθές σημείο ισορροπίας μεταξύ της βενθικής ενδο-πανίδας και της χημείας του ιζήματος και αυτό μπορεί πολύ εύκολα να διαταραχθεί (Nickell *et al.*, 1998; Karakassis *et al.*, 1999).

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας**

Τα συστήματα παραγωγής είναι σχεδόν πάντα κλωβοί ιχθύων, με λίγες εξαιρέσεις (πολύ λιγότερο από το 5% της παραγωγής) όπου χρησιμοποιούνται παραδοσιακά εκτατικά συστήματα κυρίως στην κεντρική και δυτική Ελλάδα. Οι ιχθυοκλωβοί που χρησιμοποιούνται είναι διαφόρων τύπων και μεγεθών και περιστασιακά διάφοροι τύποι και μεγέθη μπορούν να βρεθούν σε μια περιοχή. Η επιλογή τύπου ιχθυοκλωβού καθορίζεται κυρίως από τους εξής παράγοντες: τοποθεσία, κόστος αγοράς κλωβών, πλάνο παραγωγής (Cardia and Lovatelli, 2007).

Ο πιο δημοφιλής τύπος κλωβού στην περιοχή της Μεσογείου είναι ο Κλωβός Πολυαιθυλενίου Υψηλής Πυκνότητας (High Density PolyEthylene cage- HDPE cage). Τα πλεονεκτήματά του είναι: η ευελιξία των υλικών, η ευκολία αλλαγής δικτυού, η δυνατότητα που δίνουν για συχνό οπτικό τσεκάρισμα των ιχθυοπληθυσμών, σχετικά αποδοτικά (ιδιαίτερα τα μεγαλύτερα κλουβιά). Ως μειονεκτήματα του μπορούν να θεωρηθούν τα πολύπλοκα συστήματα αγκυροβολίων, τα οποία χρειάζονται συχνό έλεγχο και συντήρηση (Cardia and Lovatelli, 2007).

Οι κλωβοί αποτελούν το πιο σημαντικό υλικό στην παραγωγική διαδικασία εκτροφής ψαριών στα ανοιχτά παραγωγικά συστήματα και αποτελούν ολοκληρωμένα συστήματα στην διαδικασία εκτροφής. Στη Μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια, στην Ελλάδα και την Τουρκία οι παραγωγοί ξεκίνησαν από ξύλινα κλουβιά τα οποία στη συνέχεια αντικαθιστούσαν με πλαστικά ή σιδερένια (Myrseth, 1993). Ο Myrseth (1993) υποστηρίζει πως η τάση για ολοένα και μεγαλύτερα σε μέγεθος κλουβιά, προέρχεται από τα προβλήματα ασθενειών που προκλήθηκαν από την υψηλή ιχθυοπυκνότητα στην Νορβηγική βιομηχανία υδατοκαλλιέργειας, που κατέδειξαν την ανάγκη παροχής περισσότερου χώρου στα εκτρεφόμενα ψάρια. Επισημαίνει επίσης ότι τα μεγαλύτερα κλουβιά κοστίζουν λιγότερο, για κάθε κυβικό μέτρο όγκου εκτροφής. Αναφέρεται (Anon.,2001), πως αύξηση στον όγκο της παραγωγής εμπεριέχει και αλλαγές στο μέγεθος και στο σχήμα των χρησιμοποιούμενων κλωβών.

Η αύξηση στην παραγωγή της Μεσογειακής ιχθυοκαλλιέργειας συνοδεύτηκε από αλλαγές στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κλωβών (Theodorou, 2002).

## **Υδατοκαλλιέργεια και γεωγραφικός χώρος**

### **Η έννοια της ανάλυσης χώρου**

Ο Bailey (1990) ορίζει την ανάλυση χώρου σαν *“μια συνολική δυνατότητα διαχείρισης - μετασχηματισμού των χωρικών στοιχείων σε διαφορετικές μορφές, δίνοντάς τους, σαν αποτέλεσμα, διαφορετική έννοια”*. Έτσι, η ανάλυση χώρου είναι ένα σύνολο από *“ποσοτικές διαδικασίες και τεχνικές που εφαρμόζονται σε χωρικές αναλυτικές εργασίες”* και στοχεύουν (Haining, 1994):

- Στη σωστή περιγραφή γεγονότων στο χώρο
- Στη συστηματική διερεύνηση των χωρικών προτύπων και των χωρικών σχέσεων
- Στην αύξηση της ικανότητας πρόβλεψης και ελέγχου γεγονότων
- Στη χρησιμοποίησή της σαν εργαλείο λήψης χωρικών αποφάσεων

Η εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών σε στοιχεία τα οποία απλώς είναι καθορισμένα στο χώρο, δεν οδηγεί αναγκαστικά σε χωρική ανάλυση. Αντίθετα, η τροποποίηση, η επέκταση, η βελτίωση και γενικά η χρήση τεχνικών οι οποίες, άμεσα και με σαφήνεια, αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα της θέσης και της χωρικής διάταξης των φαινομένων που αναλύονται, συνιστούν χωρική ανάλυση.

Η αναλυτική επεξεργασία και μοντελοποίηση αποτελεί το επόμενο βήμα στην ανάλυση χώρου, η οποία πλέον εστιάζεται στην αποκάλυψη των πιθανών σχέσεων μεταξύ των χωρικών προτύπων και άλλων χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης, και τη μοντελοποίηση αυτών των σχέσεων, με στόχο την κατανόηση ή την πρόγνυσή τους (Κουτσόπουλος, 2002). Η τελευταία και πιο πρόσφατη προσέγγιση της ανάλυσης χώρου αναφέρεται στη χρήση της σαν εργαλείο υποστήριξης λήψης αποφάσεων.

### **Προέλευση γεωγραφικών δεδομένων στην υδατοκαλλιέργεια (χάρτες και τηλεπισκόπηση)**

Η μέθοδος αποθήκευσης και επίδειξης γεωγραφικής πληροφορίας είναι ο χάρτης, δηλαδή μια γραφική αναπαράσταση των φυσικών και των τεχνητών χαρακτηριστικών ενός μέρους ή όλης της επιφάνειας της γης, με τη βοήθεια των συμβόλων και των σημείων των φωτογραφικών στοιχείων σε μια καθιερωμένη κλίμακα, με μια συγκεκριμένη προβολή και με τα μέσα προσανατολισμού που αναφέρονται (FAO, 2006). Ο χάρτης απεικονίζει 3 είδη πληροφορίας σχετικά με τα γεωγραφικά



χαρακτηριστικά: α) θέση και έκταση του χαρακτηριστικού, β) ιδιότητες του χαρακτηριστικού γ) σχέση του χαρακτηριστικού με άλλα χαρακτηριστικά. Έτσι η χαρτογράφηση είναι ο πιο απλός τρόπος να απεικονιστούν οι χωρικές σχέσεις που έχουν να κάνουν με την ανάπτυξη και τη διαχείριση των υδατοκαλλιέργειών για να γίνουν κατανοητές, οι δυσδιάστατες ανάγκες της υδατοκαλλιέργειας για χώρο, μεταξύ των επαγγελματιών και του κοινού γενικότερα (Kapetsky and Aguilar-Manjarrez, 2007). Η συνάθροιση και η ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από την περιοχή της μελέτης από εξοπλισμό ανίχνευσης όπως οι δορυφόροι (FAO, 2006), ονομάζεται τηλεπισκόπηση. Η δορυφορική τηλεπισκόπηση στους ωκεανούς και τη θάλασσα αναφέρεται κάτω από τον όρο, δεδομένα. Οι δυνατότητες της τηλεπισκόπησης στις υδατοκαλλιέργειες και στην αλιεία, έχουν εκτιμηθεί πολλά χρόνια πριν (Kapetsky and Caddy, 1985; Mooneyhan, 1985; Travaglia and Appelkamp, 1985). Η δυναμική τηλεπισκόπηση πραγματικού χρόνου ή κοντά στον πραγματικό χρόνο, που ελέγχει τις περιβαλλοντικές συνθήκες και/για τη λειτουργική διαχείριση των εγκαταστάσεων υδατοκαλλιέργειας, θα γίνεται όλο και περισσότερο σημαντική (Kapetsky and Aguilar-Manjarrez, 2007; Pérez *et al.*, 2005). Υπάρχει ένας αρκετά στενός συσχετισμός μεταξύ της ψηφιοποίησης των δεδομένων και της γεωγραφικής κάλυψης. Σε χωρικές έρευνες στη θαλάσσια υδατοκαλλιέργεια, τα σύνολα των δεδομένων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως παγκόσμια, εθνικά και τοπικά σε σχέση με τη χωρική περιοχή ενδιαφέροντος. Τα χρονικά χαρακτηριστικά των συνόλων δεδομένων είναι επίσης σημαντικά. Τα σύνολα των δεδομένων διαφέρουν μεταξύ των χωρών και αυτό έχει άμεση συσχέτιση με τον αριθμό των εφαρμογών στην υδατοκαλλιέργεια της κάθε χώρας (Kapetsky and Aguilar-Manjarrez, 2007).

Εργαλείο τηλεπισκόπησης που παρέχει σύνολο χωρικών δεδομένων αποτελεί και το Google<sup>TM</sup> earth (Ge), το οποίο είναι μια εικονική υδρόγειος (πρόγραμμα γραφικής απεικόνισης της Γης), δωρεάν διαθέσιμο στο Διαδίκτυο. Αναπτύχθηκε αρχικά από την Keyhole Inc., η οποία στη συνέχεια αγοράστηκε από την Google το 2004. Το Keyhole μετονομάστηκε σε Google earth το 2005 και είναι διαθέσιμο για χρήση σε προσωπικούς υπολογιστές. Το Ge τοποθετεί δορυφορικές εικόνες, αεροφωτογραφίες και πληροφορίες GIS σε ένα μοντέλο 3D της Γης και επιτρέπει όχι μόνο την προβολή των εικόνων αλλά και πολλών στρωμάτων δεδομένων που παρέχονται από την Google και την διαδικτυακή κοινότητα.

## **Το δωρεάν (free) λογισμικό Google™ earth ( παρουσίαση)**

Το Google earth (Ge) συνθέτει εικόνες και πληροφορίες από δορυφορικές φωτογραφίες, αεροφωτογραφίες, στοιχείων GIS και από πολλές πηγές σε επάλληλα στρώματα (που τα ονομάζει «επίπεδα» (levels), με σημαντική ευκολία χρήσης. Η ανάλυση και η ηλικία των εικόνων ποικίλλουν. Οι φωτογραφίες είναι συνήθως από το 2004 ή και νωρίτερα με την ανάλυση να κυμαίνεται ανάλογα την περιοχή. Αν και το πρόγραμμα είναι ελεύθερα διαθέσιμο σε όλους, οι εικόνες από το πρόγραμμα βρίσκονται κάτω από πνευματικά δικαιώματα και δεν είναι ελεύθερες για διανομή. Σαν αποτέλεσμα, δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν εικόνες από το Ge σε εγχειρίσματα που απαιτούν ελεύθερη άδεια με δυνατότητα τροποποίησης και εμπορικής εκμετάλλευσης.

Η γλώσσα KML(Keyhole Markup Language, Γλώσσα επισήμανσης Keyhole), η οποία αποτελεί τον πυρήνα του Ge, ανήκει στην κατηγορία των γλωσσών επισήμανσης (XML, HTML κ.α.). Οι γλώσσες επισήμανσης λειτουργούν διαφορετικά σε σχέση με τις γλώσσες προγραμματισμού. Χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν μόνο τον τρόπο προβολής των αντικειμένων στην οθόνη του υπολογιστή (οι γλώσσες προγραμματισμού καθορίζουν τις διαδικασίες και τις ενέργειες που εκτελούνται μέσα στον υπολογιστή). Η χρήση της γλώσσας KML δεν απαιτεί την ύπαρξη εξειδικευμένου λογισμικού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε πρόγραμμα επεξεργασίας απλού κειμένου, όπως το NotePad των Windows. Τα προγράμματα επεξεργασίας εμπλουτισμένου κειμένου, όπως το Microsoft Word, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται γιατί προσθέτουν τη δική τους μορφοποίηση στο αποθηκευμένο αρχείο, το οποίο οδηγεί σε αλλοίωση του κώδικα KML.

Το Ge διαχειρίζεται ένα αρχείο γλώσσας KML όπως ένας φυλλομετρητής ένα αρχείο HTML ή XML, και όμοια με τις γλώσσες αυτές, η KML είναι δομημένη με ετικέτες (tags) που καθορίζουν τα στοιχεία (elements) που θα χρησιμοποιηθούν για την παρουσίαση δεδομένων. Το KML αρχείο προσδιορίζει ένα σύνολο χαρακτηριστικών (σημάνσεις μέρους, εικόνες, πολύγωνα, τρισδιάστατα μοντέλα, περιγραφές κειμένου κ.α.) για απεικόνιση στο Ge ή σε οποιοδήποτε άλλο γεω-χωρικό λογισμικό που εφαρμόζει KML κωδικοποίηση. Κάθε μέρος έχει πάντα γεωγραφικό μήκος (longitude) και γεωγραφικό πλάτος (latitude). Επιπλέον δεδομένα μπορούν να εξειδικεύσουν τη θέαση όπως η κλίση (tilt), ο προσανατολισμός (heading), το

υψόμετρο (altitude),(εικόνα 2.3.1) . Υπάρχει διάκριση μεταξύ κεφαλαίων και μικρών χαρακτήρων και για το λόγο αυτό, τα ονόματα των ετικετών και των στοιχείων οφείλουν να αναγράφονται με συγκεκριμένο κάθε φορά τρόπο. Τα αρχεία KML συχνά διανέμονται σε KMZ αρχεία τα οποία είναι zip (συμπιεσμένα) αρχεία KML με επέκταση .KMZ. Αυτή η συμπίεση πρέπει να είναι συμβατή με (zip 2.0) και επόμενες εκδόσεις του, αλλιώς το .KMZ αρχείο δεν θα αποσυμπίεστεί σε όλους τους γεω-φυλλομετρητές (geobrowsers). Για το σύστημα αναφοράς της η KML χρησιμοποιεί τρισδιάστατες γεωγραφικές συντεταγμένες: γεωγραφικό μήκος (longitude) , γεωγραφικό πλάτος (latitude) και υψόμετρο (altitude), με αυτή τη σειρά, με αρνητικές τιμές για Δύση, Νότο και κάτω από το επίπεδο της θάλασσας εάν το υψόμετρο είναι διαθέσιμο. Τα στοιχεία γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος είναι όπως έχουν ορισθεί από το Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα του 1984 (World Geodetic System of 1984, WGS84).

```
<name>MONADES</name>
  <LookAt>
    <longitude>21.05248453800866</longitude>
    <latitude>38.15997269009595</latitude>
    <altitude>0</altitude>
    <heading>-1.302636123251135</heading>
    <tilt>0</tilt>
    <range>349455.8918864788</range>
    <gx:altitudeMode>relativeToSeaFloor</gx:altitudeMode>
  </LookAt>
```

Εικόνα 2.3.1 Απόσπασμα του κώδικα σε KML για μια μονάδα (FF) από το συνολικό αρχείο.

## Χρήση του Google<sup>TM</sup> earth στην επιστημονική έρευνα

Η δορυφορική απεικόνιση γεω-χωρικών δεδομένων αλλάζει τον τρόπο που γίνονται αντιληπτά τα χωρικά δεδομένα και οι σχετικές με αυτά πληροφορίες. Για τα δεδομένα αυτά υπήρχε έλλειψη ελεύθερων εργαλείων απεικόνισης (Standart *et al.*,2011). Όμως με το Διαδίκτυο τα συστήματα λογισμικού «εικονικών υδρογείων» όπως το Ge αυξάνονται γρήγορα σε δημοτικότητα ως τρόπος απεικόνισης και διαμοιρασμού τρισδιάστατων περιβαλλοντικών δεδομένων (Carvalho *et al.*,2012;Ballagh *et al.*,2011;Chien and Tan,2011;Chen *et al.*,2009; Sheppard and Cizek,2009; Goodchild *et al.*,2007).

Το Ge έχει χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια σε ευρύ φάσμα επιστημονικών τομέων. Στην αρχαιολογική μελέτη και έρευνα (Kennedy and Bishop,2011; Kaimaris *et al.*,2011; Pringle,2010), στη γεωλογική έρευνα (Wright *et al.*,2009; Yamagishi *et al.*,2010; Postpischln *et al.*,2011; Harris *et al.*,2011), στην περιβαλλοντική έρευνα και μελέτη (Sheppard and Cizek,2009; Sun *et al.*, in press; Dorais and Cardille,2011; Service,2012; Chien and Tan,2011; Luo *et al.*,2011; Carvalho *et al.*,2012; Oberlies *et al.*,2009; Clark and Aide,2011; Waltham and Connolly,2011). Σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης το Ge έγινε σημαντικό εργαλείο στη διανομή πληροφοριών για την δεδομένη έκταση των καταστροφών (Crutcher and Zook,2009;Nourbakhsh *et al.*,2006; Akbar *et al.*,2012).Οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί με την τεχνολογία του Ge, έχουν χρήσεις στην έρευνα και την εκπαίδευση (DePaor and Whitmeyer,2011; McCartney,2011; Lisle,2006). Η δυνατότητα για επικύρωση( validation) και έλεγχο κάλυψης εδάφους από το Ge έχει υψηλό βαθμό αξιοπιστίας (Yamagishi *et al.*,2010; Fritz *et al.*,2009) και μπορεί να βοηθήσει στην αναθεώρηση χαρτών (Fritz *et al.*,2012). Άλλες εργασίες έχουν χρησιμοποιήσει το Ge για απεικόνιση εξάπλωσης ιών (Butler,2006), χαρτογράφηση κατανομής αγροτικού πληθυσμού (Yang *et al.*,2012), επιχειρησιακά προβλήματα βελτιστοποίησης (Sun and Nieto,2009),(Sun *et al.*,2010), (Choi and Nieto,2011).

Χρήση του Ge μειώνει σημαντικά τη δαπάνη συλλογής δεδομένων και το χρόνο ελέγχου και είναι περισσότερο ικανοποιητική από άποψη πόρων από την εργασία της άμεσης παρατήρησης (Clarke *et al.*,2010; Taylor *et al.*,2011).

Η απεικόνιση της ενσωμάτωσης διαφόρων μετρήσεων στο Ge βελτιώνει τη συνειδητοποίηση και τη διαφάνεια των επιστημονικών αποτελεσμάτων (Sun *et al.*, in press),η 3D απεικόνιση βελτιώνει τη γνωστική κατανόηση των εκβάσεων σεναρίων (van Lammeren *et al.*,2010) ακόμη ο τύπος απεικόνισης μπορεί να επηρεάσει τη συναισθηματική αξιολόγηση του αντιπροσωπευόμενου περιβάλλοντος (van Lammeren *et al.*,2010). Ένα εργαλείο διαδικτυακής επικύρωσης (και ελέγχου) για την κάλυψη γης είναι ιδιαίτερα πολύτιμο, δεδομένου ότι οι εξακριβωμένες και ενημερωμένες πληροφορίες για την παγκόσμια κάλυψη εδάφους διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο σε διαφορετικούς ερευνητικούς τομείς (Fritz *et al.*,2009).

## Σκοπός της εργασίας

Στον κλάδο της υδατοκαλλιέργειας ωστόσο ελάχιστες εργασίες έχουν ενσωματώσει το εργαλείο του ελεύθερου λογισμικού Ge. Στον ελληνικό χώρο οι Καρράς *et al.*, 2010, χρησιμοποίησαν το Ge για να μελετήσουν τη χωρική κατανομή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων εκτροφής ιχθύων στη θάλασσα για την περιοχή της Δυτικής και Κεντρικής Ελλάδας, εξάγοντας συμπεράσματα για τους χώρους εγκατάστασής τους, την ποιότητα των συναθροίσεων τους, τα πρότυπα σύνθεσης των κλωβών. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στον Καναδά, και χρησιμοποίησε το Ge για να εκτιμήσει την ποσότητα των εκτρεφόμενων σε κλωβούς ιχθύων του συνόλου της Μεσογειακής ιχθυοκαλλιέργειας, εξήχθη πως η εκτιμώμενη ποσότητα παραγωγής για συγκεκριμένες χώρες όπως η Ελλάδα και η Τουρκία ήταν διαφορετική (περισσότερη) από εκείνη που είχε δηλωθεί επίσημα στον FAO, από τις χώρες (Trujillo *et al.*, 2012). Δηλαδή η εκτίμηση της παραγωγής με τη χρήση του Ge δεν επικύρωσε επίσημα δεδομένα που διακινούνται ευρέως, κάτι που θέτει σε αμφισβήτηση το καθεστώς παροχής επίσημων στοιχείων και αυτό όχι μόνο για γεωχωρικά δεδομένα αλλά και για δεδομένα ζωικής παραγωγής (Trujillo *et al.*, 2012).

Η παρούσα μελέτη έχει σκοπό χρησιμοποιώντας ως εργαλείο το Ge, να διερευνήσει τη χωρική κατανομή και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας στη θάλασσα για την Ελλάδα, Τουρκία, Μάλτα και Αλβανία, επίσης λαμβάνοντας δεδομένα από τη διαθέσιμη δυνατότητα παροχής ιστορικών φωτογραφιών του Ge, να διερευνήσει τη χρονική εξέλιξη του φαινομένου της χωρικής κατανομής και των τεχνικών χαρακτηριστικών για τις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας του συνόλου των χωρών της μελέτης, της κάθε χώρας ξεχωριστά και να ελέγξει στατιστικά ενδεχόμενες διαφορές μεταξύ των χωρών για τα χαρακτηριστικά αυτά.

*“We only see what we look at. To look is an act of choice ... We never look at just one thing; we are always looking at the relation between things and ourselves”*

*John Berger, Ways of Seeing 1972, 8-9*

## **ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ**

Τα στοιχεία λήφθηκαν από δορυφορικές απεικονίσεις διαθέσιμες από το δωρεάν λογισμικό Google earth (Ge) και αφορούν μονάδες εκτροφής ιχθύων (FFs) στη θάλασσα οι οποίες είναι εγκαταστημένες στη θαλάσσια περιοχή της Ελλάδας, της Τουρκίας, της Μάλτας και της Αλβανίας. Η παράκτια θαλάσσια περιοχή κάθε χώρας ελέγχθηκε σε διαφορετικές αναλύσεις πολλαπλές φορές και αναζητήθηκαν ιστορικές φωτογραφίες για την ύπαρξη των μονάδων εκτροφής. Στην περίπτωση που διακρινόταν ύπαρξη μονάδας εκτροφής (EFF- Existing Fish Farm), τοποθετήθηκε σήμανση (placemark) στο χάρτη απεικόνισης του Ge και καταγράφηκαν οι γεωγραφικές συντεταγμένες της (γεωγραφικό μήκος-γεωγραφικό πλάτος), η ελάχιστη απόσταση από την ακτή (για κάθε μονάδα εκτροφής), ο συνολικός αριθμός κλωβών, ο συνολικός αριθμός κυκλικών και ο συνολικός αριθμός τετράγωνων κλωβών (ήταν οι δύο κυρίαρχοι τύποι κλωβών με ελάχιστες εξαιρέσεις, όπως κάποιοι ορθογώνιοι που θεωρήθηκαν ως τετράγωνοι –δύο ορθογώνιοι έκαναν ένα τετράγωνο). Μετρήθηκαν (σε μέτρα) οι διαστάσεις των δύο τύπων κλωβών (πλευρά για τους τετράγωνους, διάμετρος για τους κυκλικούς) (Εικόνα 3.1.1). Για τις μετρήσεις, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο «χάρακας» (ruler) του Ge (η πιστοποίηση της ακρίβειας του οργάνου έγινε με σύγκριση πραγματικών μετρήσεων με τις εικονικές).



Εικόνα 3.1.1. Δορυφορική απεικόνιση κάτοψης μονάδας εκτροφής(FF) στις ακτές της Ελλάδας. Η μονάδα έχει 73 συνολικά κλωβούς εκτροφής από τους οποίους οι 31 είναι κυκλικοί και οι 42 τετράγωνοι. Με κίτρινο χρώμα διακρίνονται οι διάμετροι διαφορετικών διαστάσεων κυκλικών κλωβών, με κόκκινο οι πλευρές των τετράγωνων κλωβών και με γαλάζιο η ελάχιστη απόσταση από την ακτή. Οι μετρήσεις για τα χαρακτηριστικά αυτά, λαμβάνονται με το εργαλείο χάρακας (ruler) του Google earth.

Από τις μετρήσεις αυτές υπολογίστηκε με χρήση γεωμετρικών τύπων η επιφάνεια εκτροφής των κλωβών και ο όγκος εκτροφής για κάθε FF και έγινε εκτίμηση της επιφάνειας και του όγκου εκτροφής. Για τον υπολογισμό της επιφάνειας εκτροφής κάθε μονάδας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$S_{f_x} = \sum_{i=1}^k a_i^2 + \sum_{j=1}^{\lambda} \pi (D_j/2)^2$$

όπου  $S_{f_x}$  είναι η συνολική επιφάνεια εκτροφής της μονάδας x,  $a_i$  το μήκος της πλευράς του i τετράγωνου κλωβού της μονάδας x,  $D_j$  η διάμετρος του j κυκλικού κλωβού της μονάδας x, k είναι ο συνολικός αριθμός τετράγωνων κλωβών της μονάδας x και λ ο συνολικός αριθμός κυκλικών κλωβών της μονάδας x.

Ενώ για τον υπολογισμό του όγκου εκτροφής κάθε μονάδας οι τετράγωνοι κλωβοί θεωρήθηκαν ως κύβοι και οι κυκλικοί κλωβοί ως κύλινδροι με την εξής παραδοχή: οι

κυκλικοί κλωβοί με διάμετρο μικρότερη των 10m ( $D \leq 10$ ), λάμβαναν τιμή βάθους 10m ενώ οι κυκλικοί κλωβοί με διάμετρο μεγαλύτερη των 10m, λάμβαναν ως βάθος την τιμή των 12m. Η παραδοχή αυτή βασίστηκε σε εμπειρικά στοιχεία, τα οποία δεν αποδίδουν μεγαλύτερη τιμή βάθους από αυτή των 12m, για οποιασδήποτε διάστασης κλωβό. Με τα δεδομένα αυτά για τον υπολογισμό του όγκου εκτροφής κάθε μονάδας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$V_x = \sum_{i=1}^k a_i^3 + \sum_{j=1}^{\lambda} \pi (D_j/2)^2 d$$

όπου  $V_x$  είναι ο συνολικός όγκος εκτροφής της μονάδας x,  $a_i$  το μήκος της ακμής του i κλωβού που θεωρείται ως κύβος, της μονάδας x,  $D_j$  η διάμετρος του j κλωβού της μονάδας x, που θεωρείται ως κύλινδρος και  $d$  είναι το βάθος του κυλινδρικού κλωβού,  $k$  είναι ο συνολικός αριθμός των θεωρούμενων κυβικών κλωβών της μονάδας x και  $\lambda$  ο συνολικός αριθμός των θεωρούμενων κυλινδρικών κλωβών της μονάδας x.

Στις περιπτώσεις που στην αναζήτηση των ιστορικών φωτογραφιών δεν παρουσιαζόταν μονάδα εκτροφής (ενώ υπήρχε στο παρελθόν) (PFF- Past Fish Farm), καταγράφονταν οι γεωγραφικές συντεταγμένες και τοποθετούνταν σήμανση μέρους (placemark) στο περιβάλλον του Ge, χωρίς να πραγματοποιηθούν μετρήσεις.

Υπήρχαν και περιπτώσεις όπου μονάδες εκτροφής εμφανίζονταν σε σημεία που δεν υπήρχαν τα προηγούμενα έτη (NFF- New Fish Farm), και σε αυτή την περίπτωση η διαδικασία της καταγραφής και των υπολογισμών ακολούθησε την αρχική προσέγγιση.

Εμφανίστηκαν ακόμη και FFs που ήταν αδύνατο να επεξεργαστούν αφού παρόλο που ήταν εμφανής η ύπαρξή τους, εντούτοις θολές δορυφορικές απεικονίσεις και γενικά κακής ποιότητας απεικόνιση έκαναν την πλήρη καταγραφή τους αδύνατη (UFF- Unknown Fish Farm).



## Χωροθέτηση μονάδων

Η μελέτη της χωρική κατανομής των μονάδων αφορά στην εφαρμογή cluster analysis (hierarchical agglomerative Ward's method) στον πίνακα [FFs X γεωγραφικό στίγμα]. Οι παραγόμενες ομάδες απεικονίσεων (SGs) αφορούν στις γεωγραφικές συναθροίσεις των χωροθετήσεων των μονάδων εκτροφής. Ο διαχωρισμός που χρησιμοποιεί η Ward's method τείνει να ελαχιστοποιεί την απώλεια στην πληροφορία που συνδέεται με κάθε ομαδοποίηση και να την ποσοτικοποιεί σε μορφή εύκολα ερμηνεύσιμη. Σε κάθε βήμα της Ward's method εξετάζεται η ένωση κάθε πιθανού ζεύγους clusters, βάση της επιλεγμένης απόστασης (εδώ χρησιμοποιήθηκε η τετράγωνη ευκλείδεια απόσταση, για μεγαλύτερη ακρίβεια) και τα δύο cluster των οποίων το αποτέλεσμα τείνει στην ελάχιστη αύξηση «απώλειας πληροφορίας» συνδυάζεται για τη δημιουργία νέου cluster. Η απώλεια πληροφορίας στην Ward's method καθορίζεται από το κριτήριο του σφάλματος των αθροισμάτων τετραγώνων (ESS). Η απώλεια πληροφορίας που θα προκύψει από τη μεταχείριση K αντικειμένων ως ένα cluster με μέσο όρο  $\lambda$ , αντιπροσωπεύεται από τα σφάλματα τετραγώνων ως εξής:  $ESS_{\mu\alpha\ \omicron\mu\acute{\alpha}\delta\alpha} = (i_1 - \lambda)^2 + (i_2 - \lambda)^2 + \dots + (i_k - \lambda)^2$ , όπου  $i_\mu$  η τιμή που λαμβάνει το  $\mu$  αντικείμενο και εάν τα K αντικείμενα χωριστούν σε N clusters και επιπλέον ισχύει:  $ESS_{\mu\alpha\ \omicron\mu\acute{\alpha}\delta\alpha} = ESS_{\omicron\mu\acute{\alpha}\delta\alpha 1} + ESS_{\omicron\mu\acute{\alpha}\delta\alpha 2} + \dots + ESS_{\omicron\mu\acute{\alpha}\delta\alpha N} = 0.0$  τότε έχει επιτευχθεί ιδανική ομαδοποίηση και καμία απώλεια πληροφορίας (Romesburg, 2004; Everitt *et al.*, 2011). Στις περιπτώσεις όπου οι λαμβανόμενες ομάδες περιείχαν απεικονίσεις που ανήκαν στα χωρικά ύδατα παραπάνω της μιας χώρας, η χωρική ομάδα διαιρούνταν σε αντίστοιχες χωρικές ομάδες όσες κι οι χώρες. Η προσέγγιση αυτή έγινε με στόχο να αναδειχθούν τυχόν διαφοροποιήσεις στην χωροθέτηση των μονάδων που σχετίζονται με το νομικό πλαίσιο της κάθε χώρας.

## Τεχνικά χαρακτηριστικά

Για τις FFs με τις ευκρινείς δορυφορικές απεικονίσεις, μετά την καταγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών τους (τετράγωνοι – κυκλικοί κλωβοί), οι κλωβοί διαχωρίστηκαν στις εξής κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο και τις διαστάσεις τους: τετράγωνοι κλωβοί πλευράς: 5-10m και 10-16m, κυκλικοί κλωβοί διαμέτρου: 5-10m, 10-20m, 20-40m, 40-60m. Σε κάθε απεικόνιση υπολογίσθηκε το ποσοστό της κάθε κατηγορίας κλωβών.

Στον πίνακα δεδομένων [απεικονίσεις X ποσοστό κατηγορίας κλωβών] εφαρμόστηκε cluster analysis – hierarchical agglomerative Ward's method, όπου ορίστηκαν ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών και για κάθε cluster (ομάδα).

Για κάθε ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών υπολογίστηκε ο μέσος αριθμός κλωβών (AvN), η μέση επιφάνεια εκτροφής (Sfn), ο μέσος όγκος εκτροφής (Vn), η μέση απόσταση από την ακτή (dcc) καθώς και το ποσοστό συμμετοχής κάθε τύπου κλωβού σε κάθε cluster. Σε αυτά τα cluster πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), ( $p < 0.05$ ), για τις τιμές των χαρακτηριστικών τους. Όπου οι προϋποθέσεις της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) δεν ικανοποιούνταν (όταν το κριτήριο ομοιογένειας-κριτήριο Levene ήταν στατιστικά σημαντικό) και επιπλέον για κάποιες ομάδες ο αριθμός των διαθέσιμων απεικονίσεων ήταν μικρός  $N < 30$  (και δεν ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθεί το θεώρημα του κεντρικού ορίου και να προχωρήσουμε σε ANOVA), χρησιμοποιήθηκε το Kruskal-Wallis test που είναι το μη παραμετρικό ισοδύναμο της ανάλυσης διακύμανσης μονής κατεύθυνσης.

Για τις χωρικές ομάδες (SGs) και τις ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) πραγματοποιήθηκε  $\chi^2$  test, για να ελεγχθεί εάν υπάρχει σχέση μεταξύ των χωρικών ομάδων και των ομάδων τεχνικών χαρακτηριστικών.

### Διαχρονικές Μεταβολές

Από το σύνολο των δεδομένων των FFs και για τις μονάδες που έχουν τουλάχιστον δύο ιστορικές φωτογραφίες (δηλαδή έχουν δύο δορυφορικές απεικονίσεις σε διαφορετικές χρονικές στιγμές), οι FFs καταχωρήθηκαν σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τύπο αλλαγών που παρουσίαζαν μεταξύ των δύο ακραίων χρονικά διαθέσιμων δορυφορικών απεικονίσεων (βλέπε επόμενο πίνακα).

Παρουσία μονάδος στην		Μεταβολή TFGs	Τυπος Μεταβολής
Πρώτη απεικόνιση	Τελευταία απεικόνιση		
x	x	OXI	C
x	x	NAI	CH
απουσία	x		I
x	απουσία		E

Οι σταθερές [constant (C)] εκείνες δηλαδή που δεν παρουσιάζουν μεταβολές μεταξύ των δύο χρονικά ακραίων δορυφορικών απεικονίσεων, εκείνες που αλλάζουν

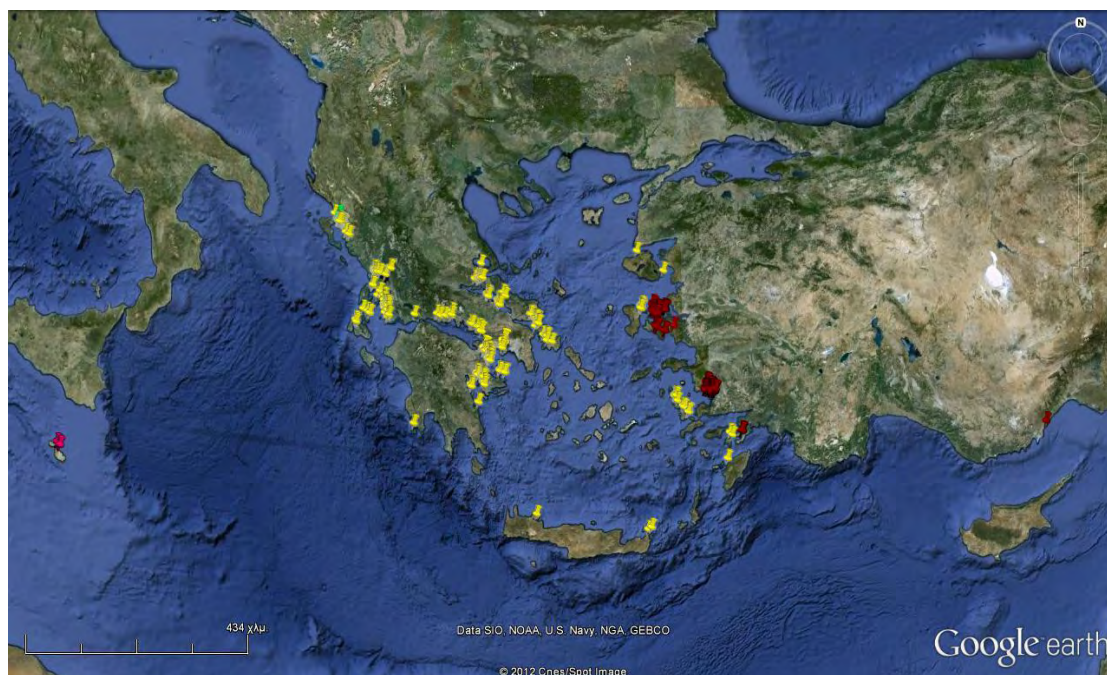
σύνθεση [changed (CH)] μεταξύ των δύο χρονικά ακραίων δορυφορικών απεικονίσεων, εκείνες που ενώ υπήρχαν πλέον δεν υφίστανται [erased (E)] και εκείνες που ενώ δεν υπήρχαν στην παλαιότερη απεικόνιση, εμφανίζονται στη νεότερη [installation (I)]

Για την ανάλυση των δεδομένων εκτός του δωρεάν λογισμικού Google earth, χρησιμοποιήθηκαν το Microsoft Excel 2007 καθώς και τα στατιστικά λογισμικά Statistix 8 και IBM SPSS Statistics 20.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Χωρική κατανομή

Οι δορυφορικές απεικονίσεις (satIms) για το σύνολο της μελέτης κάλυψαν τη χρονική περίοδο από το 2001 έως και το 2011. Συνολικά οι διαθέσιμες απεικονίσεις ήταν 767 με την Ελλάδα να έχει 380 διαχρονικές satIms, την Τουρκία να έχει 358 διαχρονικές satIms, την Μάλτα να έχει 16 και την Αλβανία 13. Ο χάρτης στο περιβάλλον του Google αποτυπώνει το σύνολο των μονάδων (CFF-Constant Fish Farm, CHFF-Changed Fish Farm, PFF- Past Fish Farm, NFF- New Fish Farm, UFF- Unknown Fish Farm) που παρουσιάζονται στη μελέτη, με σημάνσεις μέρους (Placemarks) όπου οι FFs της Ελλάδας παριστάνονται με κίτρινο χρώμα, οι FFs της Τουρκίας με κόκκινο χρώμα, οι FFs της Μάλτας με ροζ και της Αλβανίας με πράσινο (εικόνα 4.1.1).



Εικόνα 4.1.1. Οι σημάνσεις μέρους (placemarks) στο περιβάλλον του Google earth για το σύνολο των μονάδων εκτροφής της μελέτης (EFF, CFF, PFF, NFF, UFF). Με κίτρινο χρώμα απεικονίζονται οι μονάδες εκτροφής της Ελλάδας, με κόκκινο χρώμα οι μονάδες εκτροφής της Τουρκίας, με ροζ χρώμα οι μονάδες εκτροφής της Μάλτας και με πράσινο χρώμα της Αλβανίας.

Από το σύνολο των διαχρονικά διαθέσιμων satIms (767 στον αριθμό), οι 590 είναι εκείνες που απεικονίζουν FFs ενώ οι υπόλοιπες απεικονίζουν γεωγραφικές τοποθεσίες που είτε δεν υπήρχε μονάδα εκτροφής και εμφανίστηκε (δηλαδή FFs τύπου NFF), είτε γεωγραφικές τοποθεσίες που υπήρχε FF και σε νεότερες διαθέσιμες δορυφορικές απεικονίσεις δεν υπάρχει (δηλ. FFs τύπου PFF). Από τις 590 satIms

μονάδων εκτροφής, οι 390 απεικονίζουν FFs με ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις και από αυτές οι 208 FFs έχουν τουλάχιστον δύο satImS. Για το σύνολο των χωρών της μελέτης οι διαθέσιμες satImS κατανέμονται ως εξής: για την Ελλάδα το σύνολο ήταν 380 διαθέσιμες satImS για τα έτη 2001 έως 2011, με το μεγαλύτερο αριθμό satImS να παρουσιάζεται το έτος 2003 (126 διαθέσιμες satImS) και με το μικρότερο αριθμό satImS να παρουσιάζεται το έτος 2001 (μία μόνο satIm). Η Τουρκία είχε συνολικά 358 διαθέσιμες satImS για τα έτη 2001 έως 2011, με το μεγαλύτερο αριθμό satImS να παρουσιάζεται το έτος 2011 (101 διαθέσιμες satImS) και καμία satIm για τα έτη 2001, 2003, 2007. Η Μάλτα συνολικά είχε 16 διαθέσιμες satImS για τα έτη 2001 έως 2011, με το μεγαλύτερο αριθμό satImS να παρουσιάζεται τα έτη 2006, 2009, 2011 (5 διαθέσιμες satImS) και δεν είχε καμία satIm για τα έτη 2001, 2002, 2005, 2007, 2008, 2009 και 2011. Τέλος, η Αλβανία είχε συνολικά 13 διαθέσιμες satImS για τα έτη 2001 έως 2011, με το μεγαλύτερο αριθμό satImS να παρουσιάζεται το έτος 2010 με 6 διαθέσιμες satImS και τα έτη 2001, 2002, 2005, 2007, 2008, 2009 και 2011 να μην έχει καμία διαθέσιμη satIm. Το έτος με τον μεγαλύτερο αριθμό διαθέσιμων satImS για το σύνολο των υπό μελέτη χωρών ήταν το 2006 με συνολικό διαθέσιμο αριθμό 138 satImS ενώ το έτος με τις λιγότερες διαθέσιμες satImS ήταν το 2001 με μόλις μία. Ο πίνακας 4.1.1 αναφέρει αναλυτικά τα παραπάνω.

Πίνακας 4.1.1 Ο αριθμός των διαθέσιμων διαχρονικών δορυφορικών απεικονίσεων (satImS) της μελέτης για κάθε έτος και χώρα.

Έτος	Αριθμός δορυφορικών απεικονίσεων (satImS)				
	Ελλάδα	Τουρκία	Μάλτα	Αλβανία	Σύνολο έτους
2001	1	0	0	0	1
2002	6	45	0	0	51
2003	126	0	0	5	131
2004	34	27	0	1	62
2005	9	6	0	0	15
2006	54	78	5	1	138
2007	48	0	1	0	49
2008	8	40	0	0	48
2009	28	27	5	0	60
2010	52	34	0	6	92
2011	14	101	5	0	120
<b>Σύνολο</b>	<b>380</b>	<b>358</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>767</b>

Στη συνέχεια οι FFs που προέκυψαν από την ανάλυση των διαθέσιμων satImS θεωρήθηκαν ως συναθροίσεις μονάδων και διαχωρίστηκαν με βάση τη χωρική τους



προσέγγιση σε 31 χωρικές συναθροίσεις, λαμβάνοντας υπόψη και τον διαχωρισμό κατά χώρες, που απαιτούσε η μελέτη (για να αναζητηθούν οι μεταξύ των χωρών διαφορές). Έτσι μονάδες εκτροφής διαφορετικών χωρών που προσέγγιζαν η μια την άλλη διαχωρίστηκαν επιπλέον της χωρικής τους συνάθροισης, με βάση τη χώρα στην οποία άνηκαν. Οι χωρικές ομάδες συναθροίσεων (SGs) που προέκυψαν παρουσιάζονται στην εικόνα 4.1.2. Διαφορετικά χρώματα στην παρουσίαση στο περιβάλλον του Ge δηλώνουν και διαφορετική χώρα. Έτσι, το κίτρινο απεικονίζει SGs μονάδων εκτροφής της Ελλάδας, το κόκκινο SGs μονάδων εκτροφής της Τουρκίας, το ροζ την SG των μονάδων εκτροφής της Μάλτας και το πράσινο την SG των μονάδων εκτροφής της Αλβανίας. Οι χωρικές ομάδες (SGs) δεν είχαν τον ίδιο αριθμό δορυφορικών απεικονίσεων ο οποίος κυμαίνονταν από μια satIm (SG 1, 18, 23) έως το μέγιστο 103 satIm (SG 15).



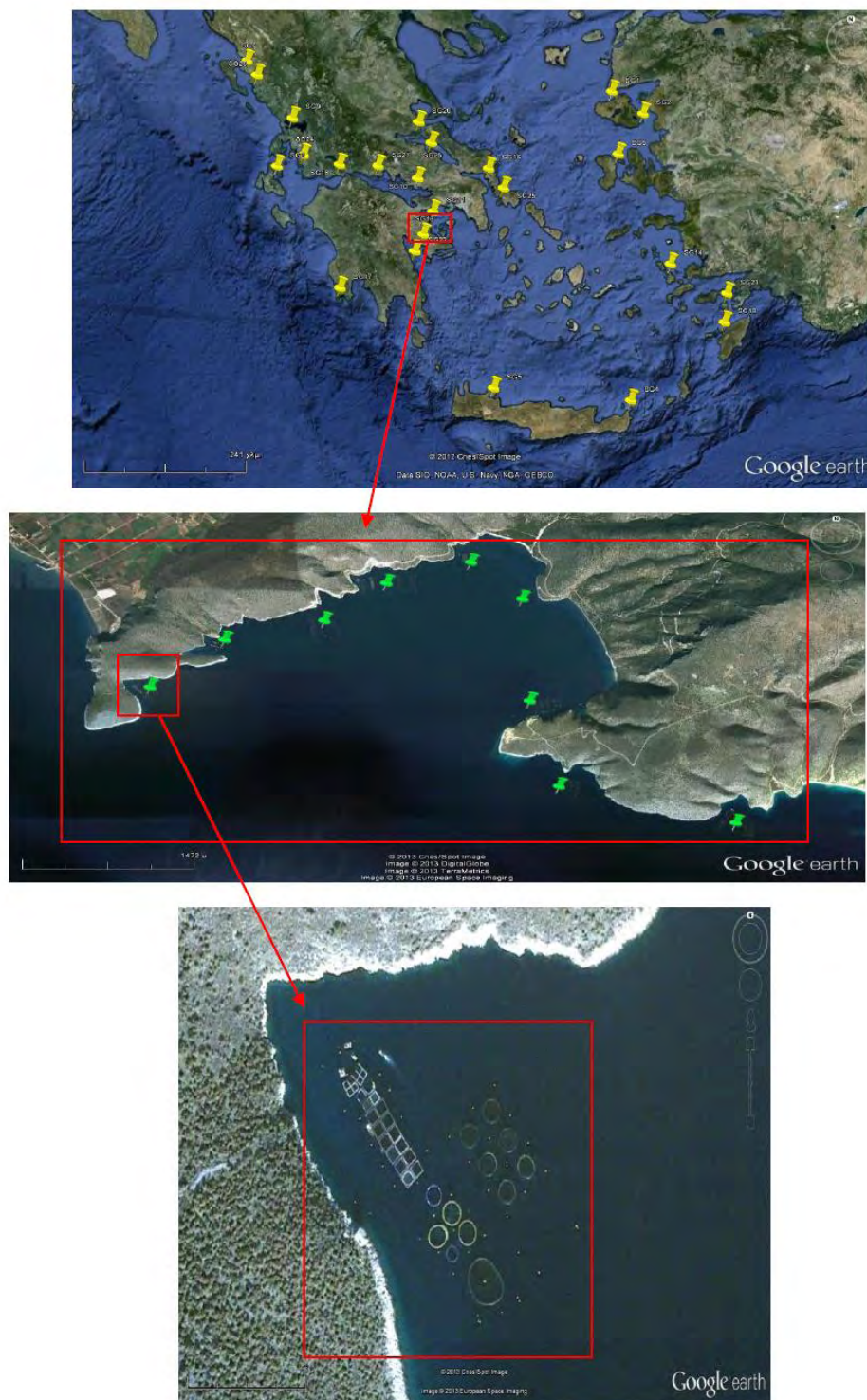
Εικόνα 4.1.2. Οι σημάνσεις μέρους (placemarks) για τις ομάδες χωρικών συναθροίσεων(SGs) των υπό μελέτη μονάδων εκτροφής(FFs) για το σύνολο των διαθέσιμων δορυφορικών απεικονίσεων(satIm)s). Με κίτρινο χρώμα απεικονίζονται οι SGs των FFs της Ελλάδας, με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι SGs των FFs της Τουρκίας, με ροζ της Μάλτας και με πράσινο της Αλβανίας.

Οι SGs σε σχέση με τις χώρες της μελέτης κατανέμονται ως εξής: η Ελλάδα περιλαμβάνει τις SGs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28 (εικόνα 4.1.3α και 4.1.3β), η Τουρκία περιλαμβάνει τις SGs 8, 15, 23, 30, 31 (εικόνα 4.1.4), η Μάλτα περιλαμβάνει μια SG την 12 και η Αλβανία επίσης μια, τη SG 29 (εικόνα 4.1.5).



Εικόνα 4.1.3α Οι σημάνσεις μέρους (placemarks) με κίτρινο χρώμα, για τις ομάδες χωρικών συναθροίσεων (SGs) των μονάδων εκτροφής της Ελλάδας, για το σύνολο των διαθέσιμων δορυφορικών απεικονίσεων της μελέτης.



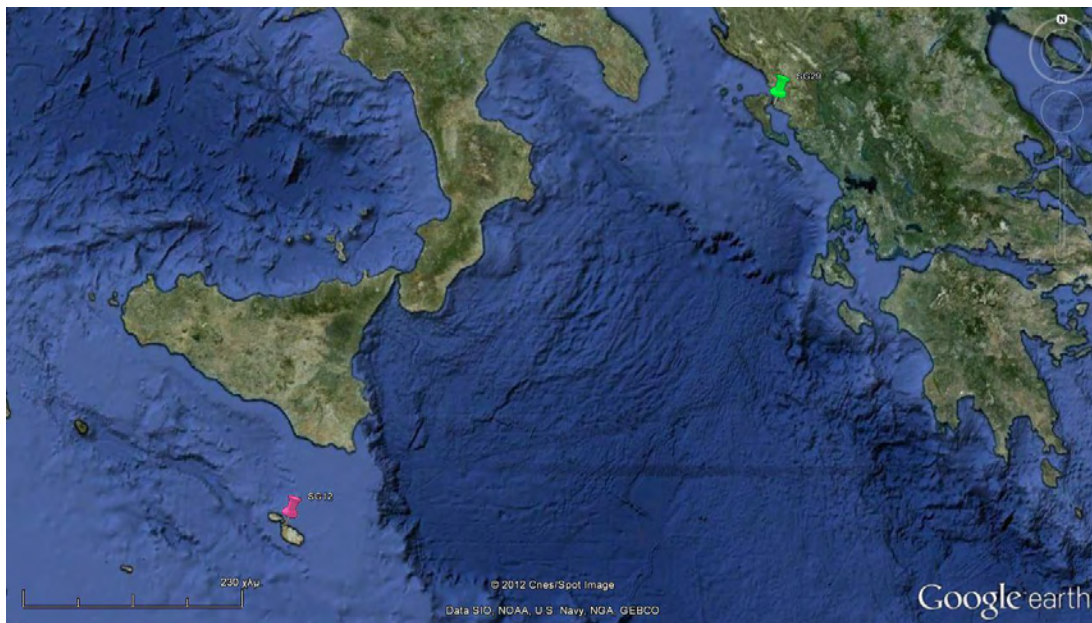


Εικόνα 4.1.3β Δορυφορική απεικόνιση (satIm) μονάδας εκτροφής (FF) που ανήκει στη χωρική ομάδα SG13. Από το χάρτη της Ελλάδας όπου η σήμανση μέρους (placemark) απεικονίζει τη χωρική ομάδα SG13, η επόμενη μετάβαση σε μεγέθυνση απεικονίζει τις σημάνσεις μέρους για κάθε FF που αποτελούν μέρος της χωρικής ομάδας (πράσινα placemarks), η τελευταία απεικόνιση με τη μεγαλύτερη μεγέθυνση απεικονίζει μια από το σύνολο των μονάδων εκτροφής της χωρικής ομάδας 13 (SG13).





Εικόνα 4.1.4. Οι σημάνσεις μέρους (placemarks) με κόκκινο χρώμα, για τις ομάδες χωρικών συναθροίσεων (SGs) των μονάδων εκτροφής της Τουρκίας, για το σύνολο των διαθέσιμων δορυφορικών απεικονίσεων της μελέτης.



Εικόνα 4.1.5. Οι σημάνσεις μέρους (placemarks) με πράσινο χρώμα, για την ομάδα χωρικής συνάθροισης των μονάδων εκτροφής της Αλβανίας(SG29) και με ροζ για την ομάδα χωρικής συνάθροισης των μονάδων εκτροφής της Μάλτας(SG12), για το σύνολο των διαθέσιμων δορυφορικών απεικονίσεων της μελέτης.

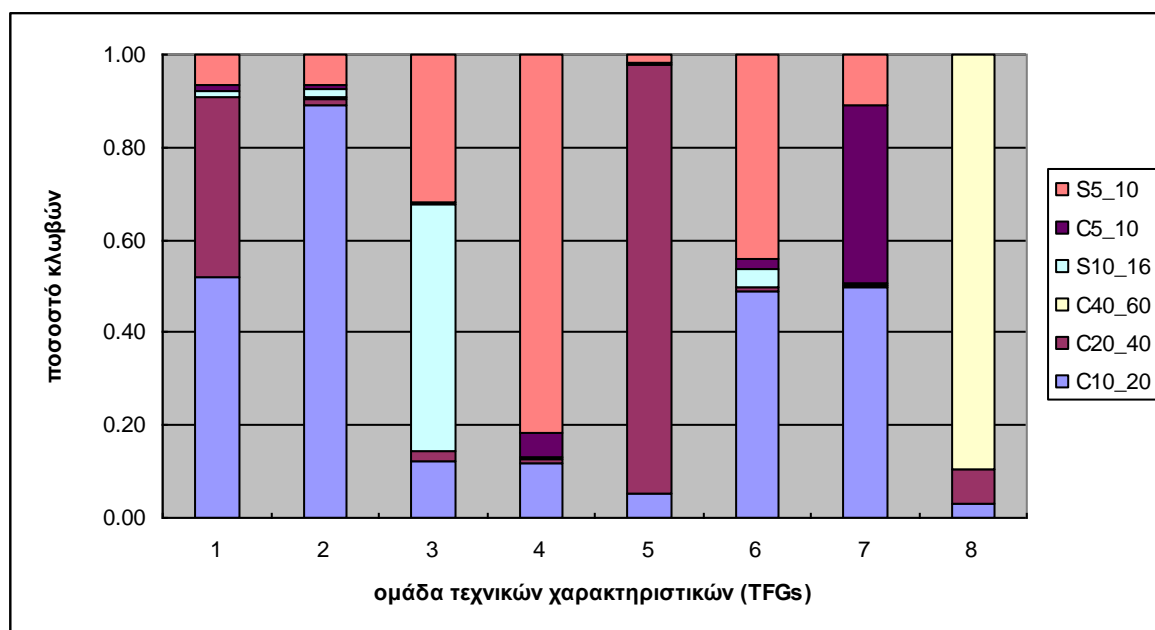
Στο σύνολο των απεικονίσεων ο μεσος αριθμός κλωβών ανα μονάδα υπολογίστηκε στους 43.7 ( $\pm 2.62$ ) κλωβοί, η μεση επιφάνεια τους ανα μονάδα στα  $3.92(\pm 0.16) \times 10^3 \text{ m}^2$ , ο μεσος ογκος εκτροφής  $57.60(\pm 1.83) 10^3 \text{ m}^3$  και η μεση ελαχιστη

απόσταση από την ακτή 254.02 ( $\pm 19.35$ ) m. Η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (ANOVA,  $p < 0.05$ ) που εφαρμόστηκε σε χωρικές ομάδες στις οποίες καταγραφθηκαν περισσότερες από 10 απεικονίσεις, έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των χωρικών ομάδων στην μέση ελάχιστη απόσταση της μονάδος από την ακτή, ενόσω δεν σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στον μέσο ογκο εκτροφής, στην μέση επιφάνεια και στον μέσο αριθμό κλωβών ανά μονάδα μεταξύ των χωρικών ομάδων. Η μεγαλύτερη μέση ελάχιστη απόσταση της μονάδος από την ακτή (722.38m) καταγράφηκε στην Τουρκία (SG30) και η μικρότερη στην δυτική Ελλάδα (89.02m)—συνάθροιση Εχινάδων νήσων- (SG24) (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ). Η ελάχιστη απόσταση από την ακτή σε πολλές περιπτώσεις για τις FFs της Ελλάδας αφορούσε απόσταση από ακτή νήσου, κάτι που για την Τουρκία συνέβη σε ελάχιστες περιπτώσεις.

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά κλωβών μονάδων εκτροφής**

Το σύνολο των μονάδων εκτροφής ομαδοποιήθηκε επιπλέον με ανάλυση σε ομάδες (cluster analysis- hierarchical agglomerative-Ward's method), (Romesburg, 2004; Everitt *et al.*, 2011) σε 8 πρότυπα σύνθεσης κλωβών ανάλογα με το πρότυπο σύνθεσης των κλωβών του συνόλου των μονάδων εκτροφής των χωρών (ισοδύναμα, των χωρικών ομάδων) για τις διαθέσιμες δορυφορικές απεικονίσεις και για το σύνολο των ετών της μελέτης. Οι 8 ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) που προέκυψαν διαφοροποιούνται στη σύνθεση των κλωβών που τις απαρτίζουν, με την ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών 1 (TFG 1) να αποτελείται κυρίως από κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 10 – 40m με ποσοστό 93.6% επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της, η ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών 2 (TFG 2) να αποτελείται κυρίως από κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 10-20m με ποσοστό 91.5% επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της, η TFG 3 να αποτελείται κυρίως από τετράγωνους κλωβούς πλευράς 5-16m με ποσοστό 84.6% επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της, η TFG 4 να αποτελείται κυρίως από τετράγωνους κλωβούς πλευράς 5-10m με ποσοστό 84.8% επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της, η TFG 5 να αποτελείται κυρίως από κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 20-40m με ποσοστό 91.5% επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της, η TFG 6 να αποτελείται από ένα μικτό πρότυπο σύνθεσης κλωβών με κυρίαρχους τύπους κλωβών τους τετράγωνους κλωβούς πλευράς 5-10m με ποσοστό 43.6% και τους κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 10-20m με ποσοστό 50.4%, επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της, η TFG 7 να

αποτελείται κυρίως από κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 5-20m με ποσοστό 91.1% επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της. Τέλος, η ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών 8 (TFG 8) αποτελείται κυρίως από κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 40-60m με ποσοστό 92.9% επί του συνόλου σύνθεσης των κλωβών της. Στην εικόνα 4.2.1 διακρίνονται οι 8 ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) και η συμμετοχή του κάθε τύπου κλωβού στη σύνθεση κάθε ομάδας τεχνικών χαρακτηριστικών.



Εικόνα 4.2.1. Οι ομάδες των τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) και τα ποσοστά κάθε τύπου κλωβού για κάθε ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών. Στο υπόμνημα διακρίνονται οι διαφορετικοί τύποι κλωβών και το αντίστοιχο χρώμα με το οποίο συμμετέχουν στο ραβδόγραμμα. Το S δηλώνει τετράγωνους κλωβούς, το C κυκλικούς, και το διαστήμα αφορά στο εύρος της ομάδας διαστάσης (π.χ. S5\_10: τετράγωνοι κλωβοί με πλευρά 5-10m).

Για τις ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών υπολογίστηκαν ακόμη ο μέσος αριθμός κλωβών (AvN), η μέση επιφάνεια εκτροφής (Sfn), ο μέσος όγκος εκτροφής (Vn), η μέση απόσταση από την ακτή (dcc). Σημειώθηκαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των TFGs στο μέσο ποσοστό των τετράγωνων κλωβών πλευράς 5-10m με την TFG 4 να διαφέρει στατιστικά από τις υπόλοιπες και την TFG 6 να αποτελεί μια ενδιάμεση κατάσταση με στατιστική διαφορά από τις υπόλοιπες (εικόνα 4.2.2). Στο μέσο ποσοστό τετράγωνων κλωβών πλευράς 10-16m η TFG 3 διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες, οι οποίες αποτελούν και μια ενιαία υποομάδα όσον αφορά αυτό τον τύπο κλωβού, συμμετέχοντας στη σύνθεσή τους με μηδέν έως μικρό ποσοστό (4.1% για την TFG 6). Στατιστικά σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν και στο μέσο ποσοστό κυκλικών κλωβών διαμέτρου 5-10m με την TFG 7 να διαφέρει



στατιστικά από τις υπόλοιπες με συμμετοχή στη σύνθεση των κλωβών της, σε ποσοστό 44.8% . Οι κυκλικοί κλωβοί διαμέτρου 10-20m εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της TFG 2 που υπερείχε με ποσοστό συμμετοχής 91.5% στη σύνθεση των κλωβών της, και των υπολοίπων TFGs, ενώ οι TFG 1, TFG 6, TFG 7 αποτέλεσαν μια υποομάδα που διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Στο μέσο ποσοστό των κυκλικών κλωβών διαμέτρου 20-40m η TFG 5 υπερείχε με ποσοστό 91.5% επί της σύνθεσης των κλωβών της και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες ενώ η TFG 1 αποτέλεσε μια ενδιάμεση κατάσταση όσον αφορά τον συγκεκριμένο τύπο κλωβών με ποσοστό 40.7% επί της σύνθεσης των κλωβών της και επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες. Στον τύπο κλωβών διαμέτρου 40-60m παρατηρείται υπεροχή της TFG 8 έναντι του συνόλου των υπολοίπων TFGs με ποσοστό συμμετοχής στη σύνθεση των κλωβών της 92.9% και στατιστική διαφορά από τις υπόλοιπες οι οποίες είτε δεν χρησιμοποιούν αυτό τον τύπο κλωβού (TFG 1, TFG 3) είτε τον χρησιμοποιούν σε πολύ μικρή κλίμακα (TFG 2, TFG 6 με 0.2% η κάθε μια, TFG 4 με 0.02%, TFG 5 με 0.4% και TFG 7 με 0.1%). Ο μέσος αριθμός κλωβών της TFG 4 διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες και είναι ο μεγαλύτερος μεταξύ των TFGs με ~ 81 κλωβούς ενώ η TFG 8 εμφανίζει το μικρότερο μέσο αριθμό κλωβών μεταξύ των TFGs με ~7 κλωβούς και στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες.



Εικόνα 4.2.2. Δορυφορική απεικόνιση στο Google Earth μονάδας εκτροφής ιχθύων μικτού προτύπου σύνθεσης κλωβών (ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών-TFG6) σε παράκτια περιοχή της Ελλάδας.

Η μεγαλύτερη μέση επιφάνεια εκτροφής και στατιστικά σημαντική από τις υπόλοιπες είναι εκείνη της TFG 8 με  $13,368 \times 10^3 \text{m}^2$  και η TFG 5 αποτελεί ενδιάμεση κατάσταση με μέση επιφάνεια εκτροφής  $8,398 \times 10^3 \text{m}^2$  και στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες. Οι TFG 2, TFG 3, TFG 4, αποτελούν υποομάδα χωρίς στατιστικές διαφορές μεταξύ τους αλλά με στατιστική διαφορά από τις άλλες TFGs και είναι εκείνες με τις μικρότερες μέσες επιφάνειες εκτροφής.

Πίνακας 4.2.1. Οι ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs), ο αριθμός των δορυφορικών απεικονίσεων για κάθε TFG, η μέση επιφάνεια εκτροφής (Sfn;  $10^3 \text{m}^2$ ), ο μέσος όγκος εκτροφής (Vn;  $10^3 \text{m}^3$ ), ο μέσος αριθμός κλωβών (AvN) και η μέση απόσταση από την ακτή (dcc σε m), για κάθε TFG. Ίδιοι εκθέτες δηλώνουν μη στατιστική διαφορά, (post-hoc test: tukey HSD test), ( $p < 0.05$ ).

TFGs	SatImS	Sfn( $10^3 \text{m}^2$ )	Vn ( $10^3 \text{m}^3$ )	AvN	dcc(m)
1	49	7,475 <sup>b, c</sup>	89,268 <sup>b</sup>	25 <sup>a, b</sup>	421,55 <sup>b</sup>
2	194	4,468 <sup>a</sup>	53,230 <sup>a</sup>	27 <sup>a, b</sup>	284,82 <sup>a, b</sup>
3	57	4,639 <sup>a</sup>	53,439 <sup>a</sup>	36 <sup>a, b</sup>	84,27 <sup>a</sup>
4	133	3,440 <sup>a</sup>	31,170 <sup>a</sup>	81 <sup>c</sup>	77,55 <sup>a</sup>
5	35	8,398 <sup>c</sup>	100,720 <sup>c</sup>	17 <sup>a, b</sup>	943,84 <sup>c</sup>
6	83	5,389 <sup>a, b</sup>	60,264 <sup>a</sup>	56 <sup>b, c</sup>	98,95 <sup>a</sup>
7	25	4,912 <sup>a, b</sup>	52,691 <sup>a</sup>	51 <sup>b, c</sup>	140,92 <sup>a</sup>
8	14	13,368 <sup>d</sup>	160,418 <sup>d</sup>	7 <sup>a</sup>	1020,78 <sup>c</sup>
<b>Σύνολο</b>	<b>590</b>				

Ο μέσος όγκος εκτροφής (Vn) για την TFG 8 ήταν ο μεγαλύτερος μεταξύ των TFGs με  $160,418 \times 10^3 \text{m}^3$  και με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες ενώ η TFG 5 αποτέλεσε επίσης ομάδα με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις άλλες TFGs, με μέσο όγκο εκτροφής  $100,720 \times 10^3 \text{m}^3$  όπως επίσης και η TFG 1 με μέσο όγκο εκτροφής  $89,268 \times 10^3 \text{m}^3$ . Οι TFG 2, TFG 3, TFG 4, TFG 6 και TFG 7 αποτέλεσαν υποομάδα όσον αφορά τον μέσο όγκο εκτροφής χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και ήταν εκείνες με τους μικρότερους μέσους όγκους εκτροφής μεταξύ των TFGs. Η μέση απόσταση από την ακτή (dcc) για τις TFGs παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, με τις TFG 8 με μέση απόσταση από την ακτή 1020,78m και την TFG 5 με μέση απόσταση από την ακτή 943,84m να αποτελούν την υποομάδα που εμφανίζει τις μεγαλύτερες αποστάσεις από την ακτή και να έχει στατιστικά σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες. Η TFG 1 αποτελεί μια ενδιάμεση ομάδα με στατιστική διαφορά από τις

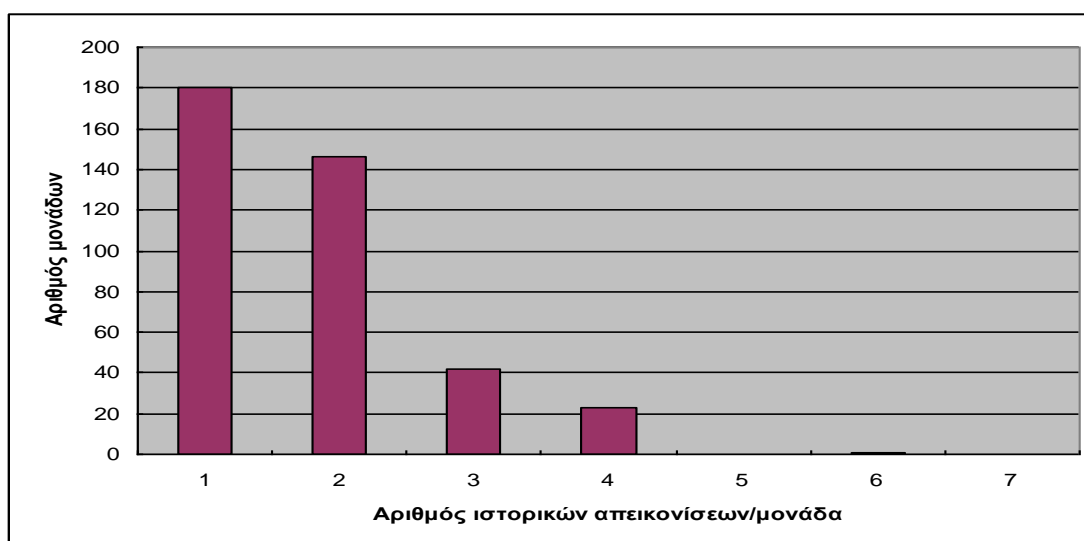
υπόλοιπες και μέση απόσταση από την ακτή 421,55m. Οι TFG 3, TFG 4, TFG 6, TFG 7 αποτελούν υποομάδα χωρίς στατιστική διαφορά μεταξύ τους αλλά με στατιστική διαφορά από τις άλλες TFGs και είναι εκείνες που εμφανίζουν τις μικρότερες μέσες αποστάσεις από την ακτή. Στον πίνακα 4.2.1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα που αφορούν τις ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) για τους τύπους χρησιμοποιούμενων κλωβών, το μέσο αριθμό κλωβών, τη μέση επιφάνεια εκτροφής, το μέσο όγκο εκτροφής, τη μέση απόσταση από την ακτή. Αναφέρεται επίσης ο αριθμός των διαθέσιμων δορυφορικών απεικονίσεων για κάθε TFG.

Ο έλεγχος  $\chi^2$  που πραγματοποιήθηκε για να διερευνηθεί εάν η κατανομή των τεχνικών χαρακτηριστικών των μονάδων σχετίζεται με την χωρική τους κατανομή έδειξε πως η κατανομή των τεχνικών χαρακτηριστικών των μονάδων στις χωρικές ομάδες ήταν τυχαία ( $\chi^2=5,82; df=70; p>0.05$ ).

### **Διαχρονικές Μεταβολές**

Από το σύνολο των μονάδων εκτροφής της μελέτης εκείνες με ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις ήταν 390 και από αυτές, εκείνες που πληρούσαν την προϋπόθεση των δύο τουλάχιστον ιστορικών φωτογραφιών ήταν 208. Στην εικόνα 4.3.1 παρουσιάζεται η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται οι μονάδες εκτροφής με ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις. Με 1 δορυφορική απεικόνιση εμφανίζονται 180 μονάδες, με 2 ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις εμφανίζονται 146 μονάδες εκτροφής, με 3 ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις 42 μονάδες, με 4 ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις 23 μονάδες και με 6 ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις 1 μονάδα

εκτροφής.



Εικόνα 4.3.1. Η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται οι μονάδες εκτροφής (FFs) με ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις. 180 μονάδες εμφανίζονται μόνο με μια δορυφορική απεικόνιση (satIm), 146 μονάδες με 2 δορυφορικές απεικονίσεις, 42 μονάδες με 3 δορυφορικές απεικονίσεις, 23 με 4 δορυφορικές απεικονίσεις, και 1 μονάδα με 6 δορυφορικές απεικονίσεις.

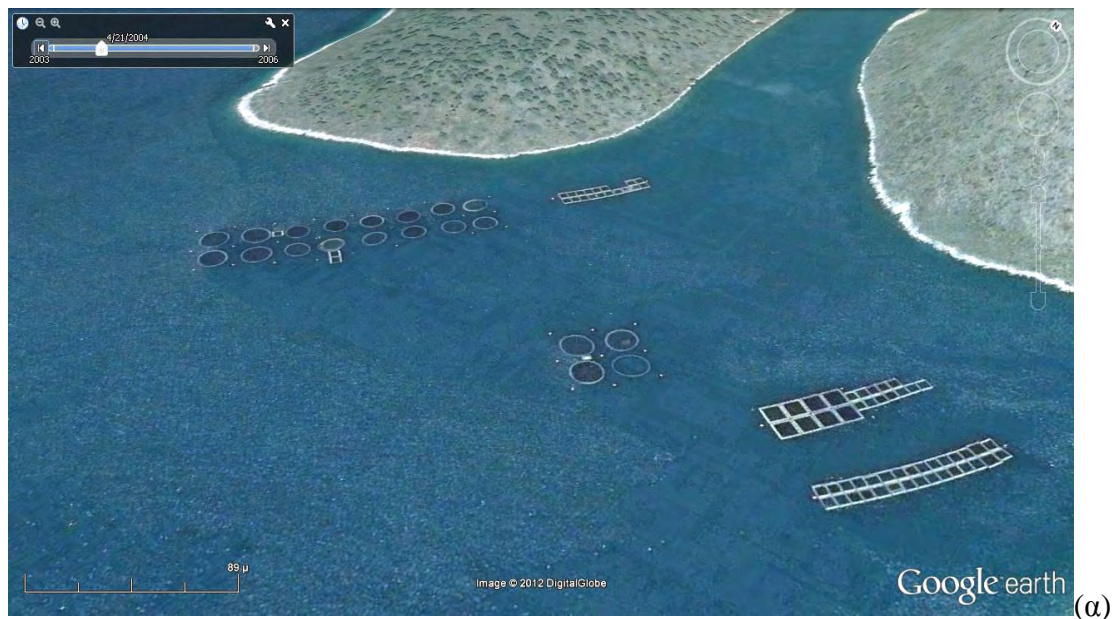
Το σύνολο των διακριτών μονάδων εκτροφής (FFs) που εμφανίζονται με περισσότερες των δύο ιστορικών δορυφορικών απεικονίσεων είναι 212 όμως για 4 από αυτές η χαμηλή ποιότητα της δορυφορικής απεικόνισης αποτέλεσε την αιτία που αποκλείστηκαν από την ανάλυση των μεταβολών.

Υπήρξαν συνολικά 208 παρατηρούμενες μεταβολές με μέσο όρο χρονικής κάλυψης τα 5.4 έτη. Από αυτές οι FFs που παρέμειναν σταθερές (C) ήταν συνολικά 47 με μέσο χρόνο κάλυψης τα 4,1 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 136.2m, εκείνες που άλλαξαν σύνθεση (CH) ήταν 38 με μέσο χρόνο κάλυψης τα 5.7 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 120.6m (εικόνα 4.3.2(α,β)), εκείνες που εξαφανίστηκαν (E) ήταν 66 με μέσο χρόνο κάλυψης τα 5.9 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 117m και εκείνες που εμφανίστηκαν (I) ήταν 57 με μέσο χρόνο κάλυψης τα 5.8 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 780.9m (πίνακας 4.3.1).

Πίνακας 4.3.1. Οι τύποι μεταβολών για τις χώρες της μελέτης (C, CH,E, I), ο μέσος χρόνος που κάλυψαν οι δορυφορικές απεικονίσεις (σε έτη) και η μέση απόσταση από την ακτή (m) για κάθε τύπο μεταβολής.

		Τύπος Μεταβολής				Σύνολο
		C	CH	E	I	
Ελλάδα	Αριθμός μονάδων	36	22	4	14	76
	Μέσος Χρόνος Κάλυψης (έτη)	3,69	5,63	4,75	6,26	4,80
	Μέση απόσταση από ακτή (m)	84,80	142,74	54,38	239,45	127,90
Τουρκία	Αριθμός μονάδων	5	15	60	42	122
	Μέσος Χρόνος Κάλυψης (έτη)	5	5,6	6,07	5,62	5,81
	Μέση απόσταση από ακτή (m)	390,22	90,42	118,20	987,27	427,66
Μάλτα	Αριθμός μονάδων	3		2		5
	Μέσος Χρόνος Κάλυψης (έτη)	5		5		5
	Μέση απόσταση από ακτή (m)	420,98		207,05		335,41
Αλβανία	Αριθμός μονάδων	3	1		1	5
	Μέσος Χρόνος Κάλυψης (έτη)	7	7		7	7
	Μέση απόσταση από ακτή (m)	45,11	85,55		235,73	91,32
<b>Σύνολο</b>	<b>μονάδων</b>	<b>47</b>	<b>38</b>	<b>66</b>	<b>57</b>	<b>208</b>





(α)



(β)

Εικόνα 4.3.2.(α. β.). Διαφορετικές δορυφορικές απεικονίσεις της ίδιας μονάδας εκτροφής, η πάνω εικόνα (α) είναι από το 2004 ενώ η κάτω (β) από το 2006. Η μεταβολή της μονάδας εκτροφής είναι του τύπου CH (Changed). Είναι φανερό πως η μονάδα έχει αυξήσει τη δυναμικότητά της προσθέτοντας κυκλικούς κλωβούς. Η μονάδα θεωρείται ως CFF (Changed Fish Farm) .

Οι συνολικές αλλαγές για τις μονάδες εκτροφής της Ελλάδας ήταν 76 με μέσο χρόνο κάλυψης τα 4.8 έτη και η κατανομή τους ήταν: 36 μεταβολές C, με μέσο χρόνο κάλυψης 3.7 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 84.8m, 22 μεταβολές CH με μέσο χρόνο κάλυψης 5.6 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 142.7m, 4 μεταβολές E, με μέσο χρόνο κάλυψης 4.7 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 54.3m και 14

μεταβολές I, με μέσο χρόνο κάλυψης 6.3 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 239.4m.

Για τις μονάδες εκτροφής της Τουρκίας παρουσιάστηκαν 122 συνολικά μεταβολές με μέσο χρόνο κάλυψης τα 5.8 έτη και είχαν κατανομή: 5 μεταβολές C με μέσο χρόνο κάλυψης 5 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 390.2m, 15 μεταβολές CH με μέσο χρόνο κάλυψης 5.6 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 90.4m, 60 μεταβολές E, με μέσο χρόνο κάλυψης 6 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 118.2m και 42 μεταβολές I, με μέσο χρόνο κάλυψης 5.6 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 987.3m.

Οι μονάδες εκτροφής της Μάλτας παρουσίασαν συνολικά 5 μεταβολές με μέσο χρόνο κάλυψης 5 έτη από τις οποίες οι 3 ήταν C, με μέσο χρόνο κάλυψης 5 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 421m και 2 ήταν E, με μέσο χρόνο κάλυψης 5 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 207m. Οι μονάδες εκτροφής της Μάλτας δεν παρουσίασαν αλλαγές στη σύνθεση των κλωβών τους (μεταβολή CH) και δεν υπήρξαν νεοεμφανιζόμενες μονάδες εκτροφής σε αυτή τη χώρα (μεταβολή I).

Στην Αλβανία παρουσιάστηκαν συνολικά 5 μεταβολές με μέσο χρόνο κάλυψης 7 έτη. Από αυτές οι 3 ήταν τύπου C, με μέσο χρόνο κάλυψης 7 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 45.1 έτη, 1 ήταν τύπου CH, με μέσο χρόνο κάλυψης 7 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 85.5m και 1 ήταν τύπου I, με μέσο χρόνο κάλυψης 7 έτη και μέση απόσταση από την ακτή 235.7m. Στην Αλβανία δεν παρατηρήθηκε μεταβολή τύπου E, δηλαδή εξαφάνιση μονάδας εκτροφής.

### **Ανάλυση μεταβολών**

Για τις 47 συνολικά μεταβολές τύπου C η ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών (TFG) 4 με 16 μονάδες εκτροφής και η TFG 2 με 13 μονάδες εκτροφής ήταν εκείνες που εμφάνισαν πιο έντονα την μεταβολή τύπου C, για το σύνολο των χωρών της μελέτης (πίνακας 4.3.1.1). Οι μεταβολές τύπου CH, εμφανίστηκαν για την TFG 4 με μεγαλύτερη διασπορά από τις υπόλοιπες, με 10 μονάδες εκτροφής να μετασχηματίζονται από TFG 4 σε TFG 1,2,3,6,7,8, για σύνολο 38 μεταβολών τύπου CH και για το σύνολο των χωρών της μελέτης. Οι υπόλοιπες TFGs για την μεταβολή τύπου CH, στο σύνολο των χωρών της μελέτης, μετασχηματίζονται ως εξής: η TFG 1 σε TFG 2 και TFG 5 για 4 μονάδες εκτροφής, η TFG 2 σε TFG 1,3,5,6 για 6 μονάδες

εκτροφής, η TFG 3 σε TFG 2,4,6 για 7 μονάδες εκτροφής, η TFG 4 σε TFG 1,2,3,6,7,8 για 10 μονάδες εκτροφής, η TFG 5 σε TFG 2,6 για 2 μονάδες εκτροφής, η TFG 6 σε TFG 2,7 για 7 μονάδες εκτροφής και η TFG 7 σε TFG 2 και TFG 3. Η μόνη ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών (TFG) που δεν μετασχηματίζεται σε κάποια άλλη ή αλλιώς δεν εμφανίζει μεταβολή τύπου CH είναι η TFG 8 (πίνακας 4.3.1.2).

Πίνακας 4.3.1.1. Η μεταβολή τύπου C (σταθερή σύνθεση) για τις χώρες της μελέτης και ο αριθμός των μονάδων (FFs) που συμμετέχουν σε κάθε TFG για κάθε χώρα.

	TFG								Σύνολο FFs
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Ελλάδα</i>	1	9	6	11		7	2		36
<i>Τουρκία</i>		1		2	1			1	5
<i>Μάλτα</i>		2		1					3
<i>Αλβανία</i>		1		2					3
<b>Σύνολο FFs</b>	1	13	5	16	1	7	2	1	47

Πίνακας 4.3.1.2. Η μεταβολή τύπου CH για τις χώρες της μελέτης και ο αριθμός των μονάδων (FFs) που συμμετέχουν σε κάθε TFG για κάθε χώρα.

Αρχικό TFG	1		2				3				4				5				6		7		
Τελικό TFG	2	5	1	3	5	6	2	4	6	1	2	3	6	7	8	2	6	2	7	2	3	Σύνολο FFs	
Ελλάδα	1	1		1	1		4	2	1	1	2	1				1		5	1			22	
Τουρκία	1	1	3			1				1	2		1	1	1			1		1	1	15	
Μάλτα																							
Αλβανία																	1					1	
Σύνολο FFs	1	2	3	1	1	1	3	2	1	2	4	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	38	

Στις μεταβολές τύπου E, δηλαδή εξαφάνιση μονάδων από σημεία που υπήρχαν, συμμετέχουν όλες οι TFGs εκτός από την TFG 1, με το μεγαλύτερο αριθμό μεταβολών τύπου E, να συμβαίνει στην TFG 4 (31 συνολικά μονάδες εκτροφής) και στην TFG 2 (21 συνολικά μονάδες εκτροφής), σε σύνολο 66 μεταβολών τύπου E, για το σύνολο των χωρών της μελέτης (πίνακας 4.3.1.3).

Πίνακας 4.3.1.3. Η μεταβολή τύπου E για τις χώρες της μελέτης και ο αριθμός των μονάδων (FFs) που συμμετέχουν σε κάθε TFG για κάθε χώρα. Το TFG 9 δηλώνει ανυπαρξία μονάδας (FF) σε γεωγραφική θέση που κάποια χρονική στιγμή υπάρχει FF.

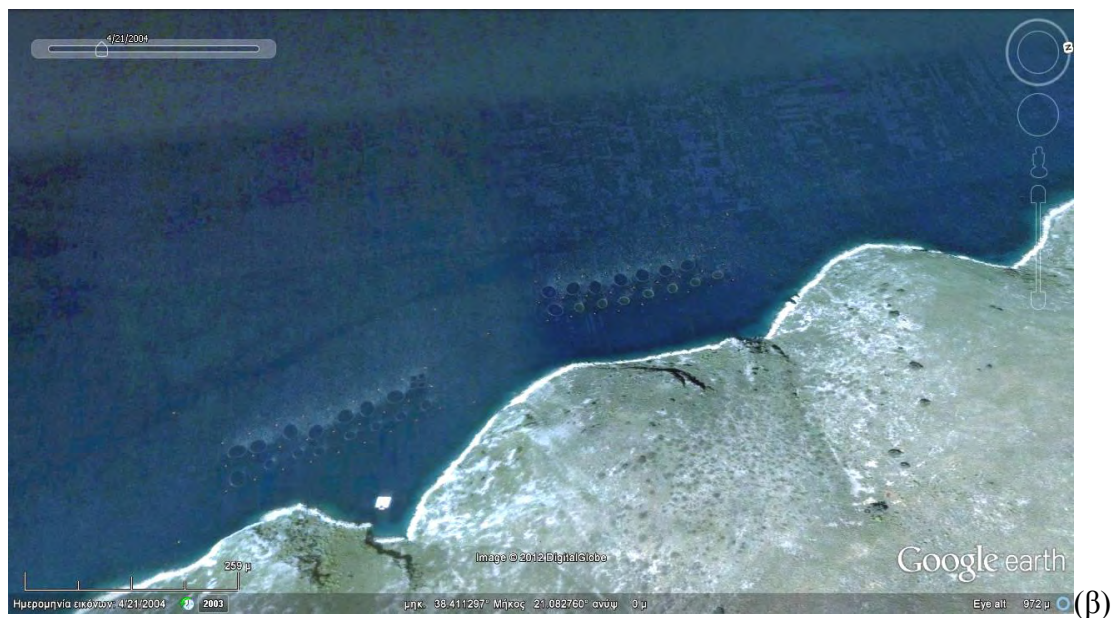
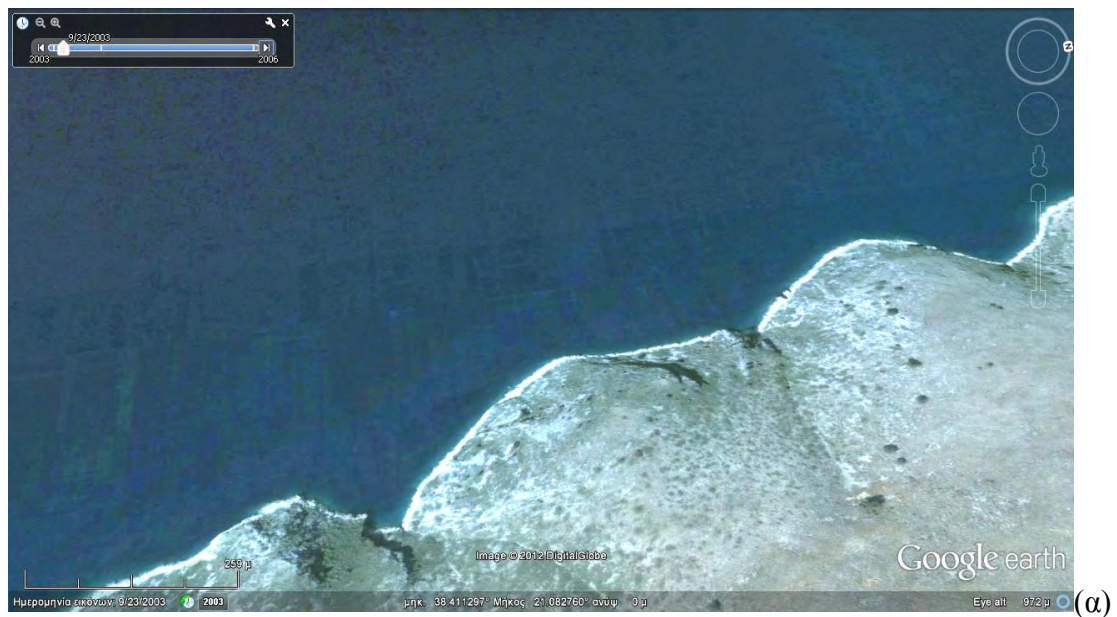
	TFG							
	2	3	4	5	6	7	8	Σύνολο FFs
<i>Ελλάδα</i>		2	2					4
<i>Τουρκία</i>	21		29	2	6	2		60
<i>Μάλτα</i>							2	2
<i>Αλβανία</i>								
<b>Σύνολο FFs</b>	21	2	31	2	6	2	2	66

Οι μεταβολές τύπου I, δηλαδή η εγκατάσταση νέων μονάδων εκτροφής σε περιοχές που δεν υπήρχαν, πραγματοποιείται με μονάδες σύνθεσης κλωβών TFG 2 (26 μονάδες εκτροφής), ακολουθούμενες από μονάδες με σύνθεση κλωβών TFG 5 (11 μονάδες εκτροφής) και TFG 1 (10 μονάδες εκτροφής), σε σύνολο 57 μεταβολών τύπου I, για το σύνολο των χωρών της μελέτης (πίνακας 4.3.1.4).

Πίνακας 4.3.1.4. Η μεταβολή τύπου E για τις χώρες της μελέτης και ο αριθμός των μονάδων (FFs) που συμμετέχουν σε κάθε TFG για κάθε χώρα. Το TFG 9 δηλώνει ανυπαρξία μονάδας (FF) σε γεωγραφική θέση που κάποια χρονική στιγμή υπάρχει FF.

	TFG							
	1	2	4	5	6	7	8	Σύνολο FFs
<i>Ελλάδα</i>	1	9	1	1	1		1	14
<i>Τουρκία</i>	9	16	1	10	2	2	2	42
<i>Μάλτα</i>								
<i>Αλβανία</i>		1						1
<b>Σύνολο FFs</b>	10	26	2	11	3	2	3	57





Εικόνα 4.3.1.1 (α, β.). Δορυφορική απεικόνιση μονάδας εκτροφής με ιστορικές φωτογραφίες στην ακτογραμμή της Ελλάδας. Η επάνω εικόνα (α) είναι από το 2003 και δεν εμφανίζει μονάδα εκτροφής. Η κάτω εικόνα (β) είναι από το 2004 και καθαρά εμφανίζεται η εγκατάσταση μονάδας εκτροφής. Η μεταβολή αυτή είναι τύπου I (installation) και η μονάδα θεωρείται ως NFF (New Fish Farm).

Στην Ελλάδα οι περισσότερες μεταβολές τύπου CH έγιναν κυρίως από TFG 3 (7 μονάδες εκτροφής) και TFG 6 (6 μονάδες) και η ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών (TFG) που επικράτησε στις μεταβολές ήταν η TFG 2, με 13 μεταβολές να καταλήγουν σε αυτήν από το σύνολο 22 μεταβολών του τύπου CH. Οι μεταβολές τύπου E, συνέβησαν στις TFG 3 (2 μονάδες εκτροφής) και TFG 4 (2 μονάδες εκτροφής). Οι μεταβολές τύπου I, συνέβησαν με εγκατάσταση μονάδων εκτροφής κυρίως TFG 2 (9 μονάδες) ενώ από 1 μονάδα εκτροφής υπήρξε για τις ομάδες

τεχνικών χαρακτηριστικών TFG 1,4,5,6,8. Οι συνολικές μεταβολές αλλαγής προτύπου σύνθεσης (εκτός δηλαδή των μεταβολών τύπου C) ήταν 40 για την Ελλάδα.

Για την Τουρκία οι μεταβολές τύπου CH ήταν συνολικά 15, οι οποίες προήλθαν κυρίως από τις ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών TFG 4 (6 μονάδες εκτροφής) και TFG 2 (4 μονάδες εκτροφής) και οι TFGs που επικράτησαν των αλλαγών ήταν οι TFG 2 με 5 μεταβολές να καταλήγουν σε αυτήν και η TFG 1 με 4 μεταβολές να καταλήγουν σε αυτή. Οι μεταβολές τύπου E, συνέβησαν κατά κύριο λόγο στις ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών TFG 4 (29 μονάδες εκτροφής) και TFG 2 (21 μονάδες εκτροφής), από τις συνολικά 60 μεταβολές τύπου E, για την Τουρκία. Οι μεταβολές τύπου I, συνέβησαν με εγκατάσταση μονάδων εκτροφής κυρίως TFG 2 (16 μονάδες), TFG 5 (10 μονάδες) και TFG 1 (9 μονάδες), σε σύνολο 42 μεταβολών τύπου I. Οι συνολικές μεταβολές αλλαγής προτύπου σύνθεσης (εκτός δηλαδή των μεταβολών τύπου C) ήταν 117 για την Τουρκία.

Στη Μάλτα οι μεταβολές ήταν μόνο τύπου E και ήταν 2 συνολικά, με 2 μονάδες εκτροφής που άνηκαν στην TFG 8 να εξαφανίζονται στις νεότερες δορυφορικές απεικονίσεις.

Στην Αλβανία υπήρξε 1 μεταβολή τύπου CH στην οποία η σύνθεση των κλωβών μιας μονάδας εκτροφής μετασχηματίστηκε από TFG 5 σε TFG 6 και 1 μεταβολή τύπου I, με την εγκατάσταση της μονάδας εκτροφής να πραγματοποιείται με σύνθεση κλωβών που ανήκε στην TFG 2.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι χώρες της μελέτης δεν παρουσίασαν ταυτόχρονα διαθέσιμες δορυφορικές απεικονίσεις (satIms) και αυτό προφανώς οφείλεται στην τυχαία ή μη επαρκώς γνωστή, διέλευση του δορυφόρου από τις περιοχές εγκατάστασης μονάδων. Παρά το συγκεκριμένο γεγονός, οι διαθέσιμες satIms για τις δύο κύριες παραγωγούς χώρες ήταν περίπου ίδιες 380 για την Ελλάδα και 358 για την Τουρκία.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι μονάδες εκτροφής (FFs) στις χώρες της μελέτης εντοπίζονται γεωγραφικά σε διαχωρισμένες χωρικές ομάδες. Η χωροθέτηση των μονάδων ακολουθεί ένα πρότυπο και σε ελάχιστες περιπτώσεις υπάρχουν εγκαταστάσεις μονάδων εκτροφής πέρα των συναθροίσεων (μόνο 3 χωρικές ομάδες αποτελούνται από μια FF). Το γεγονός αυτό πιθανόν να οφείλεται σε τάση για μείωση των λειτουργικών εξόδων λαμβάνοντας υπόψη ότι διαφορετικές FFs που εγκαθίστανται σε κοντινές περιοχές συχνά ανήκουν στην ίδια εταιρία. Επιπλέον την ανάγκη για συνάθροιση μπορεί να την συντηρούν γεωγραφικά στρατηγικές τοποθεσίες (π.χ. γειτνίαση με λιμάνια) αλλά και ιδανικές συνθήκες εκτροφής (κατά κύριο λόγο βέλτιστη θερμοκρασία) που βελτιστοποιούν την παραγωγική διαδικασία. Οι χωρικές ομάδες που συναποτελούν τις FFs της Ελλάδας, συναθροίζονται σε περισσότερες περιοχές σε σχέση με εκείνες της Τουρκίας και των άλλων χωρών της μελέτης. Αυτό πιθανά να σχετίζεται με την υπεροχή της Ελλάδας στην εκτροφή ιχθύων στη θάλασσα σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες (FAO, 2010) , όμως και η εκτεταμένη ακτογραμμή προσφέρει περισσότερες επιλογές εγκατάστασης.

Στην Τουρκία εμφανίζονται οι χωρικές ομάδες με την μεγαλύτερη μέση απόσταση από την ακτή (χωρικές ομάδες 30 και 15 με 1020m και 450m αντίστοιχα). Αυτό από τις διαθέσιμες δορυφορικές απεικονίσεις δεν συμβαίνει σε χωρική συνάθροιση άλλης χώρας και δείχνει πως στην Τουρκία υπάρχει τάση ή ίσως αναγκαία απομάκρυνση από την παράκτια ζώνη, για εγκατάσταση μονάδων εκτροφής. Εξάλλου για την Τουρκία οι περισσότερες διαθέσιμες satIms είναι πρόσφατες (2011) και η εικόνα που εμφανίζεται στην μελέτη θα είναι πιο κοντά στην σημερινή κατάσταση. Επιπλέον

στην Τουρκία ενεργοποιήθηκε νέα νομοθεσία το 2007 για την προστασία του νερού από την ρύπανση που προκαλείται από την εκτροφή ιχθύων σε κλειστούς κόλπους (Yücel-Gier *et al.*, 2011) και η δραστηριότητα υδατοκαλλιέργειας θεωρείται παράγοντας ευτροφισμού από το υπουργείο Περιβάλλοντος και Δασών (MEF), και ελέγχεται από την Τουρκική νομοθεσία (MEF, 2007), που δηλώνει πως ο έλεγχος είναι αναγκαίος για τις μονάδες εκτροφής ιχθύων που βρίσκονται ήδη σε κόλπους . Έτσι, εάν βρίσκονται ήδη σε περιοχές υψηλής επικινδυνότητας, οι μονάδες εκτροφής που ήδη λειτουργούν θα κλείνουν και δεν θα επιτρέπεται καμία νέα εγκατάσταση θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας (Yücel-Gier *et al.*, 2009; 2011). Αποδεικνύεται πως ο έλεγχος και η εφαρμογή της συγκεκριμένης πολιτικής αποτελεί μια πραγματικότητα στην Τουρκία και η μελέτη μέσω του Ge, έρχεται να επικυρώσει την υφιστάμενη κατάσταση. Στην Ελλάδα οι μέσες αποστάσεις από την ακτή δεν εμφανίζονται να έχουν μεγάλες τιμές και μάλιστα στην Ελλάδα βρίσκεται και η χωρική ομάδα με τη στατιστικά μικρότερη απόσταση από την ακτή (χωρική ομάδα 24). Ωστόσο οφείλει να αναφερθεί πως οι διαθέσιμες δορυφορικές απεικονίσεις για τις FFs της Ελλάδας είναι στο μεγαλύτερο αριθμό από το 2003 (126 satImgs) και για το λόγο αυτό η κατάσταση σήμερα ενδέχεται να είναι διαφορετική, με δεδομένη και τη διαβούλευση για το Σχέδιο Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ) και την έγκριση της Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης των Υδατοκαλλιεργειών, του ελληνικού κράτους.

Η ανάλυση της σύνθεσης των κλωβών των FFs έδειξε πως υφίστανται 3 κύριες κλάσεις προτύπου σύνθεσης κλωβών για το σύνολο των εγκαταστημένων μονάδων εκτροφής για τις χώρες της μελέτης. Μια κλάση που οι κυκλικοί κλωβοί (ανεξάρτητα της διαμέτρου) καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό (TFG1, TFG2, TFG7, TFG5, TFG8), μια κλάση που οι τετράγωνοι κλωβοί υπερισχύουν (TFG3, TFG4) και τέλος, μια κλάση μικτού προτύπου σύνθεσης (TFG6). Είναι φανερό πως οι κυκλικοί κλωβοί καταλαμβάνουν μεγαλύτερο χώρο στις ομάδες των τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs). Ο μέσος αριθμός κλωβών σχετίζεται με τις TFGs, αφού η TFG4 που είναι εκείνη με το μεγαλύτερο μέσο ποσοστό τετράγωνων κλωβών πλευράς 5-10m, έχει και τον μεγαλύτερο μέσο αριθμό κλωβών μεταξύ των TFGs με 81 κλωβούς ενώ η TFG8 που έχει το μικρότερο μέσο αριθμό κλωβών (7 κλωβοί) συντίθεται από κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 40-60m. Η χρησιμοποίηση τετράγωνων κλωβών πλευράς 5-10m



(που αποτελούν σχεδόν στο σύνολο των FFs τους μικρότερους σε μέγεθος κλωβούς σε χρήση) οδηγεί λοιπόν και σε αύξηση του αριθμού τους, αφού για τον επιθυμητό όγκο εκτροφής αναπόφευκτα πρέπει να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι. Αυξάνεται κατά συνέπεια και το πλήθος των αναγκαίων χειρισμών για τη παραγωγική διαδικασία, για τους κλωβούς του συγκεκριμένου τύπου.

Οι μεγαλύτερες μέσες επιφάνειες εκτροφής (Sfn) παρατηρούνται στις FFs που συντίθενται με TFG8, δηλαδή σε εκείνες με κυκλικούς κλωβούς διαμέτρου 40-60m, που είναι η ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών με το μικρότερο μέσο αριθμό κλωβών. Ο μικρός μέσος αριθμός κλωβών σχετίζεται αρνητικά επομένως, με την μέση επιφάνεια εκτροφής. Οι FFs με σύνθεση TFG 3 και TFG 4 (και οι δύο με μεγαλύτερο ποσοστό σύνθεσης τετράγωνους κλωβούς) αποτελούν εκείνες με την μικρότερη μέση επιφάνεια εκτροφής.

Ο έλεγχος  $\chi^2$  που έγινε προκειμένου να διερευνηθεί εάν υπάρχει σχέση μεταξύ των χωρικών ομάδων και των ομάδων τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) δεν έδειξε κάποια σχέση μεταξύ τους, που σημαίνει πως οι χωρικές ομάδες χρησιμοποιούν TFGs με τυχαίο τρόπο, γεγονός αναμενόμενο αφού τα είδη που εκτρέφονται στις χώρες της μελέτης είναι σχεδόν στο σύνολό τους η τσιπούρα (*Sparus aurata*) και το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*) (FAO, 2010) και οι τεχνολογίες εκτροφής τους ακολουθούν συγκεκριμένο πρότυπο. Επιπλέον η ανεξαρτησία των δύο κατηγοριών δείχνει πως δεν υφίσταται χρονική προήγηση ή υστέρηση όσον αφορά τις υιοθετούμενες τεχνολογίες μεταξύ των χωρικών ομάδων και κατ' επέκταση των χωρών της μελέτης. Ακόμη το γεγονός της μη σχέσης των χωρικών ομάδων (SGs) με τις ομάδες των τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη περιοχή στο σύνολο των περιοχών της μελέτης, που να συμβαίνει εκτροφή ειδικού τύπου (π.χ. πάχυνση μεγαλύτερου μεγέθους ιχθύων).

Από τις ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις και την κατηγοριοποίηση των μονάδων εκτροφής (FFs), ανάλογα με τον τύπο μεταβολής που εμφάνισαν, φαίνεται πως η μεταβολή τύπου I (installation) σχετίζεται με μεγαλύτερες μέσες αποστάσεις από την ακτή από τις υπόλοιπες, δηλαδή η εγκατάσταση νέων FFs γίνεται αισθητά πιο μακριά από την παράκτια ζώνη. Οι αλλαγές τύπου: C (Constant), CH (Changed) παρουσιάζουν παρόμοιες μέσες αποστάσεις από την ακτή (117m έως 135.6m) που σημαίνει πως στις μεταβολές αυτών των τύπων η μονάδα εκτροφής παραμένει στη

θέση της. Ο μέσος χρόνος κάλυψης (5.4 έτη) θεωρείται πως αποτελεί ικανό χρόνο, στον οποίο μπορούν να φανούν αλλαγές στο πρότυπο σύνθεσης ή στην εξελικτική πορεία μιας FF.

Στην Ελλάδα οι περισσότερες μεταβολές ήταν τύπου C και οι λιγότερες ήταν τύπου E (Erased), δηλαδή στην Ελλάδα ελάχιστες μονάδες εκτροφής αναστέλλουν τη λειτουργία τους. Στις μεταβολές επίσης τύπου I, παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές μέσης απόστασης από την ακτή από τις μεταβολές άλλου τύπου (239.45m έναντι 84.80m στις τύπου C, 142.74 στις τύπου CH, 54m στις E).

Στην Τουρκία οι περισσότερες μεταβολές ήταν τύπου E (60 μεταβολές) με μέση απόσταση από την ακτή 207m και αμέσως μετά ακολουθούν μεταβολές τύπου I (42 μεταβολές) με μέση απόσταση από την ακτή 987.3m. Οι μεταβολές τύπου CH (15 μεταβολές) και C (5 μεταβολές) συμμετέχουν με μικρό ποσοστό στις συνολικές μεταβολές της Τουρκίας και σύμφωνα με τις αναφερόμενες αλλαγές που έχουν υπάρξει στη σχετική νομοθεσία (Yücel-Gier *et al.*, 2009; 2011), (MEF, 2007), πιθανά οι εξαφανίσεις (E) των μονάδων εκτροφής που παρατηρούνται, να μετασχηματίζονται σε NFF (New Fish Farms), δηλαδή οι μεταβολές τύπου E να είναι εκείνες που ενσωματώνονται στις μεταβολές τύπου I (εγκατάσταση νέων FFs) (Arisoy *et al.*, 2012). Όπως αναφέρουν οι (Yücel-Gier *et al.*, 2009; 2011) εάν οι FFs βρίσκονται ήδη σε περιοχές υψηλής επικινδυνότητας, θα κλείνουν και δεν θα επιτρέπεται καμία νέα εγκατάσταση θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας. Εξάλλου και ο μέσος χρόνος κάλυψης των ιστορικών δορυφορικών απεικονίσεων είναι περίπου ίδιος για τις δύο μεταβολές: 6 έτη για τις E και 5.6 έτη για τις I.

Στη Μάλτα διακρίνεται μια σχεδόν σταθερή κατάσταση με τάση για μείωση (από τις 5 μεταβολές οι 3 ήταν τύπου C ενώ οι 2 ήταν E), χωρίς καμία νέα εγκατάσταση (I) FFs. Στην Αλβανία από την άλλη, δεν υπάρχουν FFs με μεταβολή E και όλες οι μεταβολές ήταν C ή CH ή I. Οι διαθέσιμες ιστορικές δορυφορικές απεικονίσεις για τις δύο αυτές χώρες βέβαια ήταν λίγες (5 για κάθε χώρα) και έτσι η εκτίμηση των αποτελεσμάτων πιθανά να μην αποτυπώνει ακριβή αποτελέσματα.

Οι ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs) που εμφανίζουν την τάση να παραμένουν σταθερές (για τις 47 συνολικά μεταβολές τύπου C, από το σύνολο των 208 μεταβολών) είναι οι TFG 4 (16 FFs) και TFG 2 (13 FFs) ενώ η TFG 4 φαίνεται πως αποτελεί ταυτόχρονα και την TFG με τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα αφού στις

μεταβολές τύπου CH (αλλαγή στη σύνθεση της μονάδας εκτροφής) μετασχηματίζεται σε περισσότερες διαφορετικές TFGs σε σχέση με τις υπόλοιπες. Όταν πρόκειται δηλαδή για αλλαγή στη σύνθεση της FF, οι τετράγωνοι κλωβοί πλευράς 5-10m είναι εκείνοι που δίνουν τη θέση τους σε άλλου τύπου κλωβούς, είτε σε κυκλικούς κλωβούς διαφορετικών διαμέτρων είτε σε μεγαλύτερου μεγέθους τετράγωνους πλευράς 10-16m (πιο σπάνια). Επιβεβαιώνεται λοιπόν η καταγεγραμμένη τάση αλλαγής του σχήματος των κλωβών από τετράγωνα σε κυκλικά (Theodorou,2002), όμως ενώ οι αναφορές για αυτή την τάση αλλαγής μιλούν για εντοπισμό της κατά το δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1990, τότε που η αύξηση της παραγωγής συνοδεύτηκε με αλλαγή στη χρήση των τετράγωνων κλωβών από κυκλικούς (Theodorou,2002), η παρούσα μελέτη δείχνει πως αυτή η τάση μετασχηματισμού συνεχίζεται και δεν έχει οριστικοποιηθεί τουλάχιστον για το εύρος των χρόνων (2001-2011) που αφορούν την εργασία. Σημαντική είναι η διαπίστωση της μη συμμετοχής στο σύνολο των χωρών της μελέτης, μονάδων εκτροφής που συντίθενται με TFG8, σε μεταβολή τύπου CH. Το γεγονός αυτό πιθανά σημαίνει πως η σύνθεση αυτή (TFG8) εξυπηρετεί συγκεκριμένο σκοπό και αποτελεί ένα άνω όριο στη σύγχρονη εκτροφή ιχθύων στη θάλασσα στις μεγαλύτερες παραγωγούς χώρες της Μεσογείου, και δεν υπάρχει διαθέσιμη τεχνολογία η οποία δύναται να την αντικαταστήσει.

Οι μεταβολές τύπου E (εξαφάνιση FFs), συμβαίνει κυρίως για μονάδες εκτροφής με TFG 4 (31 FFs σε σύνολο 66 μεταβολών τύπου E) και με TFG 2 (21 FFs). Οι FFs με τετράγωνους κλωβούς πλευράς 5-10m συμμετέχουν και στη μεταβολή αυτή (E) με μεγάλο ποσοστό. Η TFG 1 που συντίθενται από κυκλικούς κλωβούς διαφορετικών διαμέτρων (5-10m και 10-20m), δεν συμμετείχε σε μεταβολές τύπου E. Η TFG 1 απουσιάζει από τις εξαφανίσεις (E) μονάδων εκτροφής στο σύνολο των χωρών της μελέτης και πιθανά να αποτελεί ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών που μπορεί να υπάρξει διαχρονικά και εξυπηρετεί αναγκαιότητες του παραγωγικού τομέα που δεν αλλάζουν στο χρόνο.

Η ομάδα τεχνικών χαρακτηριστικών 2 (TFG 2), που συμμετέχει με 21 FFs στις μεταβολές τύπου E, είναι πολύ πιθανό να συμμετέχει σε μεταβολή τύπου I (εγκατάσταση FFs), δεδομένου ότι στο σύνολο των FFs, οι νέες εγκαταστάσεις (I) συντίθενται κατά πλειοψηφία από FFs με TFG 2 (26 FFs), ακολουθούν εκείνες με

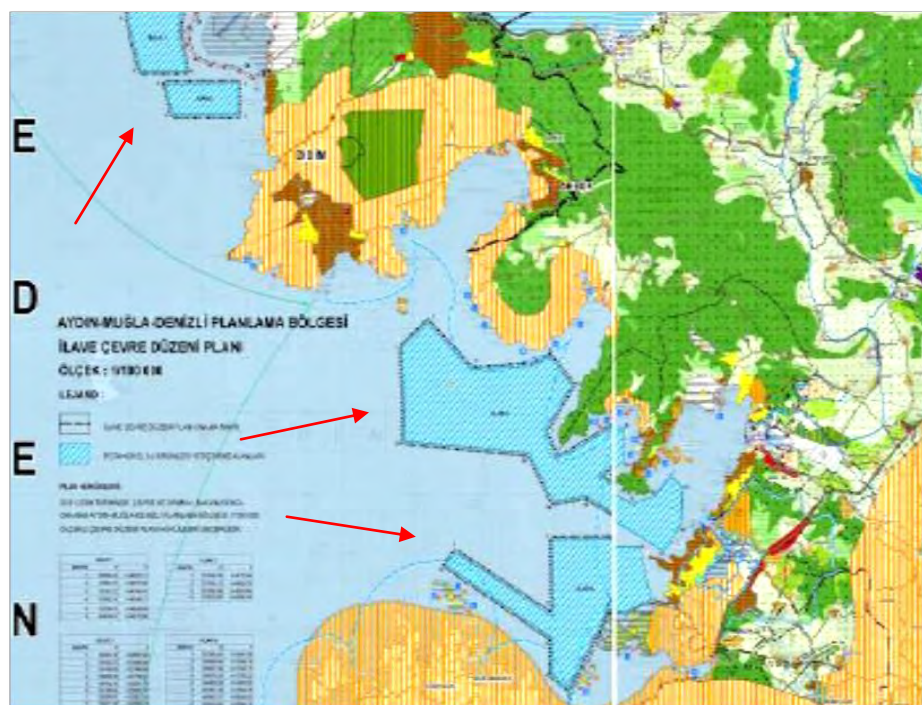
TFG 5 (11 FFs) και TFG 1 (10 FFs) σε σύνολο 57 μεταβολών τύπου I, για τις χώρες της μελέτης.

Στην Ελλάδα οι μεταβολές τύπου CH, έγιναν σε FFs που αποτελούνταν κυρίως από TFG 3 και TFG 6, δηλαδή από μονάδες εκτροφής με ποσοστά τετράγωνων κλωβών μεγαλύτερα ή σχεδόν ίσα από/με κυκλικούς έγινε μετάβαση ως επί το πλείστον σε FFs με TFG 2 (κυκλικοί κλωβοί διαμέτρου 10-20m), με 13 μεταβολές τύπου CH στις 22 να καταλήγουν σε αυτή τη σύνθεση. Η τάση εγκατάλειψης των τετράγωνων κλωβών συμβαίνει και στον τρόπο που μετασχηματίζονται οι μονάδες εκτροφής στην Ελλάδα.

Οι μεταβολές τύπου E, στην Ελλάδα συνέβησαν επίσης σε μονάδες που αποτελούνταν από τετράγωνους κλωβούς: TFG 3 - 2 FFs και TFG 4 - 2FFs. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις μεταβολές τύπου I που έγιναν κυρίως με FFs με σύνθεση TFG 2 δηλώνει πως αφενός εξαφανίζονται FFs που πραγματοποιούσαν τη διαδικασία της εκτροφής σε τετράγωνους κλωβούς και αφετέρου η εγκατάσταση νέων μονάδων πραγματοποιείται με πρότυπο σύνθεσης κυκλικών κλωβών.

Ορίζοντας ως δυναμικές τις μεταβολές: CH, E, I (εκτός δηλαδή των FFs που διατηρούν σταθερή σύνθεση (C) στο χρόνο κάλυψης της μελέτης), στην Τουρκία παρατηρούνται πολύ περισσότερες δυναμικές αλλαγές: 117 στις 122 (95.9%), με μέσο χρόνο κάλυψης τα 5.8 έτη στο σύνολο των παρατηρούμενων για αυτήν μεταβολών, σε αντίθεση με την Ελλάδα που οι δυναμικές μεταβολές ήταν 40 στις 76 (52.63%), με μέσο χρόνο κάλυψης 4.8 έτη, στο σύνολο των μεταβολών της. Ο χρόνος κάλυψης των satIms είναι περίπου ίδιος και έτσι στην Τουρκία φαίνεται πως υφίσταται κατάσταση έντονης δραστηριότητας στον κλάδο της θαλάσσιας υδατοκαλλιέργειας με δυναμικές μεταβολές σε αντίθεση με μια περισσότερο σταθερή κατάσταση που παρατηρείται στην Ελλάδα. Το γεγονός αυτό βέβαια μπορεί να οφείλει μέρος της αιτιολόγησής του, στην έλλειψη σύγχρονων satIms από Ελλάδα και Τουρκία αλλά και στην έλλειψη satIms πρόσφατων ετών για την Ελλάδα, αφού οι περισσότερες satIms από Ελλάδα είναι του 2003 ενώ από Τουρκία είναι από το 2011 και έτσι μπορούμε να εκτιμήσουμε με μεγαλύτερη αξιοπιστία τις πραγματοποιημένες αλλαγές σε αυτήν. Ενδεχόμενα λοιπόν να έχουν συμβεί παρόμοιες καταστάσεις και στην Ελλάδα.

Στην Τουρκία υπάρχει επίσης τάση αντικατάστασης τετράγωνων κλωβών από κυκλικούς στο σύνολο των μεταβολών τύπου CH οι περισσότερες FFs από TFG 4 κατέληγαν σε TFG 2 (5 FFs) και TFG 1 (4 FFs). Οι μεταβολές τύπου E για την Τουρκία συνέβησαν σε μονάδες με τετράγωνους κυρίως κλωβούς (29 FFs) και σε μονάδες με κυκλικούς και τετράγωνους κλωβούς (TFG 2 – 21 FFs και TFG 6 – 6 FFs), οι τελευταίες δύο των οποίων πιθανά να συμμετείχαν στη μεταβολή I (δηλαδή να εγκαταστάθηκαν σε άλλη τοποθεσία) δεδομένου ότι οι μεταβολές τύπου I (νέα εγκατάσταση) στην Τουρκία έγιναν με FFs σύνθεσης κυρίως κυκλικών κλωβών (92.85% σε σύνολο 42 μεταβολών τύπου I. Επιπλέον, η μεταβολή τύπου I στην Τουρκία εμφανίζεται και με μεγάλη μέση απόσταση από την ακτή,  $\bar{d}_{cc}$  (987.3m), που σημαίνει πως η εγκατάσταση νέων FFs ή/και πιθανά η μετεγκατάσταση ήδη υπαρχόντων FFs, πραγματοποιείται σε αποστάσεις αισθητά απομακρυσμένες από την ακτή (εικόνα 5.1.1). Το γεγονός αυτό μπορεί να υποστηριχθεί και από την αυστηρή νομοθεσία στην Τουρκία που δεν επιτρέπει νέες εγκαταστάσεις θαλάσσιων υδατοκαλλιέργειών σε επιβαρυνμένες περιοχές (MEF,2007).



Εικόνα 5.1.1. Περιοχές που νομιμοποιήθηκαν (παραχωρήθηκαν) για υδατοκαλλιέργεια από το Τουρκικό κράτος στην πόλη Mugla της Τουρκίας, ως μέρος του σχεδίου διαχείρισης της παράκτιας ζώνης το 2008. (αναπαραγωγή από Deniz H. and Gier Y.G., 2009).

Η πληροφορία που εξάγεται από την ανάλυση των satIms οφείλεται κατά μεγάλο μέρος στην τυχαία διέλευση του δορυφόρου από τα σημεία της μελέτης. Εκεί όπου οι διελεύσεις είναι συχνές υπάρχουν επομένως και περισσότερες satIms και η εκτίμηση για τις περιοχές αυτές είναι περισσότερο πλήρης. Ωστόσο για τις περιοχές που η λήψη satIms παρουσιάζει μικρότερο αριθμό δεν υπάρχει καμία ένδειξη πως επειδή η διέλευση του δορυφόρου δεν έχει μεγάλη συχνότητα, διαφοροποιούνται από κοντινές περιοχές και μάλιστα της ίδιας χώρας. Κάνοντας την παραδοχή λοιπόν πως η κατάσταση που επικρατεί στο σύνολο κάθε χώρας (και αυτό διότι οι χώρες διαφέρουν όσον αφορά την πολιτική προσέγγιση στο ζήτημα της υδατοκαλλιέργειας στη θάλασσα) ισχύει και στις επιμέρους περιοχές της, θα γίνει προσπάθεια εκτίμησης των μεταβολών που συμβαίνουν σε κάθε χώρα της μελέτης για το σύνολο των FFs που διαθέτουν ιστορικές satIms (έστω μία) και κυρίως στην Ελλάδα και την Τουρκία για τις οποίες υπάρχει ικανός αριθμός FFs με περισσότερες των δύο satIms. Έτσι για το σύνολο των FFs με ιστορικές satIms για την Ελλάδα (242 FFs), θεωρώντας πως οι 76 FFs με κάποιον από τους 4 τύπους μεταβολών αποτελούν δείγμα του συνόλου, εκτιμάται πως το 47.1% των FFs θα παραμείνει σταθερό (114 FFs), το 28.9% των FFs (70 FFs) θα παραμείνουν στο ίδιο γεωγραφικό στίγμα αλλά θα αλλάξουν σύνθεση (ή και πρότυπο σύνθεσης), το 5.3% (13 FFs) αναμένεται να εξαφανιστεί για διάφορους λόγους και 18.41% (45 FFs) θα αποτελεί FFs που εγκαθίστανται σε περιοχές που δεν υπήρχε FF (αυτές πιθανά αποτελούν νέες FFs που εγκαθίστανται, μπορεί ακόμη στο ποσοστό αυτό να συμμετέχουν και FFs που υφίστανται μετεγκατάσταση, αν και αυτό μάλλον συμβαίνει πιο σπάνια αφού η ελληνική νομοθεσία δεν απαιτεί αυστηρά την αλλαγή γεωγραφικής θέσης των FFs, σε αντίθεση με την Τουρκία).

Στην Τουρκία για τις FFs με ιστορικές satIms (138 FFs) εκτιμάται πως μόνο το 4.1% (6 FFs) των FFs θα παραμείνουν στην ίδια γεωγραφική θέση και με την ίδια σύνθεση κλωβών, το 12.3% των FFs (17 FFs) θα αλλάξουν τη σύνθεσή τους (ή θα υποστούν αλλαγή προτύπου σύνθεσης), ένα μεγάλο ποσοστό, σχεδόν οι μισές, 49.2% (68 FFs) θα εξαφανιστούν και αυτό δεν είναι περίεργο αφού η πολιτική βούληση στην Τουρκία (νέος Περιβαλλοντικός Νόμος) απαιτούσε στις 13 Μαΐου 2006 να αποχωρήσουν όλες οι FFs από την παράκτια ζώνη μέσα σε ένα έτος, με την αιτιολόγηση της δημιουργίας περιβαλλοντικού προβλήματος (Deniz and Gier-Y., 2009), έτσι ανακοινώθηκε από το Υπ. Περιβάλλοντος και Δασών της Τουρκίας στις 16 Μαΐου 2007 πως 166 FFs (86%) σταματούν τη δραστηριότητά τους (κλείνουν)

(Deniz and Gier-Y, 2009). Τέλος, 34% (47 FFs) θα είναι εκείνες που θα εγκατασταθούν σε γεωγραφικές συντεταγμένες που πριν δεν υπήρχε FF. Οι εγκαταστάσεις αυτές σύμφωνα και με τα παραπάνω, είναι πολύ πιθανό να σχετίζονται με την αποχώρηση από την παράκτια ζώνη και την επανεγκατάσταση σε νέα θέση σε μεγαλύτερη απόσταση από την ακτή. Οι FFs που υπολείπονται πιθανά να σταμάτησαν τη λειτουργία τους και να μην βρέθηκαν σε κατάσταση μετεγκατάστασης για διάφορους λόγους.

Ο αριθμός των FFs με τις οποίες συμμετέχει κάθε TFG μπορεί να εκτιμηθεί και να προκύψει η κατάσταση που αναμένεται να υφίσταται σήμερα σε κάθε χώρα, σχετικά με την αντιστοιχία TFGs και FFs. Αν από το σύνολο των μεταβολών κάθε χώρας αφαιρεθούν οι μεταβολές τύπου E, τότε προκύπτει η τελική κατάσταση που αναφέρεται σε TFGs. Το σύνολο των μεταβολών έχει υπολογιστεί για εκείνες τις καταγραφές με περισσότερες των δύο δορυφορικών απεικονίσεων, εάν θεωρηθεί αυτή η κατάσταση ως μέρος της γενικής κατάστασης που συμβαίνει σε κάθε χώρα (και λαμβάνοντας υπόψη τον έλεγχο  $\chi^2$ ), τότε η αναγωγή στις 390 μονάδες με δορυφορικές απεικονίσεις, που είναι (242 – 13) για την Ελλάδα, (138 -68) για την Τουρκία και 5 για Μάλτα και Αλβανία δίνει τον αριθμό των FFs με τις οποίες συμμετέχει κάθε TFG. Στην Ελλάδα αναμένεται λοιπόν 9 FFs να ανήκουν στην TFG1, 102 FFs να ανήκουν στην TFG2, 25 να ανήκουν στην TFG3, 44 FFs να ανήκουν στην TFG4, 9 FFs να ανήκουν στην TFG5, 29 FFs να ανήκουν στην TFG6, 9 FFs να ανήκουν στην TFG7 και 2 να ανήκουν στην TFG8.

Στην Τουρκία αναμένεται 15 FFs να ανήκουν στην TFG1, 25 FFs να ανήκουν στην TFG2, 1 να ανήκει στην TFG3, 3 FFs να ανήκουν στην TFG4, 14 FFs να ανήκουν στην TFG5, 4 FFs να ανήκουν στην TFG6, 3 FFs να ανήκουν στην TFG7 και 4 να ανήκουν στην TFG8. Σε οποιαδήποτε χωρική ομάδα κάθε χώρας υπάρχει η ίδια πιθανότητα να παρατηρηθεί η παραπάνω σύσταση FFs με τα αντίστοιχα TFGs.

Από το μέσο αριθμό κλωβών για κάθε TFG και τον αριθμό των FFs που αντιστοιχούν σε κάθε TFG και είναι εκείνες που πιθανά υφίστανται σήμερα, εκτιμήθηκε ο μέσος αριθμός κλωβών που υπάρχουν σε κάθε χώρα. Έτσι για την Ελλάδα ο συνολικός μέσος αριθμός κλωβών για το σύνολο των FFs εκτιμάται στους 9761 κλωβούς ενώ για την Τουρκία ο συνολικός μέσος αριθμός κλωβών εκτιμάται στους 2028 κλωβούς (πίνακας 5.1.1).

Πίνακας 5.1.1. Οι ομάδες τεχνικών χαρακτηριστικών (TFGs), ο μέσος αριθμός κλωβών (AvN) για κάθε TFG, ο αριθμός των μονάδων (FFs) για Ελλάδα και Τουρκία σε κάθε TFG και ο εκτιμώμενος αριθμός κλωβών (N) για το σύνολο των μονάδων (FFs) κάθε χώρας που ανήκουν στο κάθε TFG. Στο σύνολο εμφανίζεται ο συνολικός αριθμός κλωβών κάθε χώρας.

TFG	AvN	Ελλάδα		Τουρκία	
		αριθμός FFs	N	αριθμός FFs	N
1	25	9	225	15	375
2	27	102	2754	25	675
3	36	25	900	1	36
4	81	44	3564	3	243
5	17	9	170	14	238
6	56	29	1624	5	280
7	51	9	510	3	153
8	7	2	14	4	28
Σύνολο		229	9761	70	2028

Σε δημοσιευμένη εργασία που εκτιμήθηκε ο μέσος αριθμός κλωβών μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας για τις χώρες της Μεσογείου (Trujillo *et al.*,2012), η εκτίμηση του μέσου αριθμού κλωβών της Τουρκίας διαφέρει σημαντικά από την παρούσα (6512 έναντι 2028). Με δεδομένο το πλήθος των satImS από πρόσφατα έτη για την Τουρκία (οι περισσότερες διαθέσιμες satImS είναι από το 2011) καθώς και τις αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στην Τουρκική νομοθεσία μετά το 2006 (Yücel-Gier *et al.*,2009; 2011), έτος για το οποίο έγιναν οι εκτιμήσεις της παραπάνω εργασίας (Trujillo *et al.*,2012), θεωρούμε πως η εκτίμηση της παρούσας μελέτης βρίσκεται κοντά στην πραγματική εικόνα που παρουσιάζει σήμερα η υδατοκαλλιέργεια στην Τουρκία.

Από τον μέσο όγκο εκτροφής για κάθε TFG και τους κλωβούς που εκτιμήθηκε πως υπάρχουν σήμερα για κάθε TFG, έγινε εκτίμηση για την ετήσια παραγωγή σε τσιπούρα και λαβράκι για τις κύριες παραγωγούς χώρες της Μεσογείου, Ελλάδα και Τουρκία. Επιπλέον υιοθετήθηκαν ορισμένες παραδοχές για την ανάλυση των στοιχείων, στην εκτίμηση της παραγωγής για κοινό κύκλο εκτροφής των δύο ειδών τους 15 μήνες και ιχθυοπυκνότητα 14 k/m<sup>3</sup> η εκτίμηση της παραγωγής στο 100% των δυνατοτήτων των FFs, δηλαδή όταν χρησιμοποιείται το σύνολο των κλωβών έδωσε για την Ελλάδα παραγωγή 136867 t ενώ για την Τουρκία 59899 t. Εάν υποθεθεί πως χρησιμοποιείται το 75% του συνόλου των κλωβών, τότε η ετήσια παραγωγή και για τα δύο είδη, με τις υπόλοιπες παραδοχές σταθερές, προκύπτει 102650 t για την Ελλάδα και 44924 t για την Τουρκία.



Εάν ο κύκλος εκτροφής θεωρηθεί διαφορετικός για τσιπούρα και λαβράκι, που είναι η κατάσταση που συμβαίνει πραγματικά, τότε για κύκλο εκτροφής στην τσιπούρα τους 12 μήνες και στο λαβράκι τους 19 μήνες και ιχθυοπυκνότητα κλωβών τα 14 k/m<sup>3</sup>, η εκτιμώμενη παραγωγή στο 100% της δυναμικότητας των FFs προκύπτει 143350 t για την Ελλάδα και 62736 t για την Τουρκία, ενώ για το 75% της δυναμικότητας των FFs προκύπτει ότι στην Ελλάδα παράγονται 107512 t ετησίως ενώ στην Τουρκία 47052 t (πίνακας 5.1.2 (a και b)).

Πίνακας 5.1.2.a. Η εκτιμώμενη παραγωγή σε βιομάζα ανά έτος (t) για τσιπούρα (*S.aurata*) και λαβράκι (*D. labrax*) για την Ελλάδα, με ιχθυοπυκνότητα 14 k/m<sup>3</sup>, κύκλο εκτροφής 15 μήνες και για τα δύο είδη (Σενάριο A) ή 12 μήνες για την τσιπούρα και 19 μήνες για το λαβράκι (Σενάριο B) και χρησιμοποίηση 100% ή 75% της δυναμικότητας των μονάδων. εκτιμώμενη βιομάζα/έτος (t)

TFG	Μοναδες	Ογκος εκτροφής (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Σενάριο A		Σενάριο B	
			Τσιπουρα +λαβρακι	Τσιπούρα	Λαβράκι	Σύνολο
1	10	852742,94	9550,72	6685,50	3317,62	10003,12
2	102	5423924,59	60747,96	42523,57	21101,92	63625,49
3	25	1361292,69	15246,48	10672,53	5296,15	15968,68
4	45	1389697,80	15564,62	10895,23	5406,66	16301,89
5	10	962214,58	10776,80	7543,76	3743,52	11287,28
6	29	1727039,25	19342,84	13539,99	6719,09	20259,08
7	10	503340,16	5637,41	3946,19	1958,26	5904,45
8						
<b>Σύνολο</b>	<b>229</b>		<b>136866,82 (100%)</b>			<b>143349,99 (100%)</b>
			<b>102650,12 (75%)</b>			<b>107512,49 (75%)</b>

\* η TFG 8 απουσιάζει από τους υπολογισμούς γιατί περιέχει FFs για εκτροφή τόνου.

Πίνακας 5.1.2.b. Η εκτιμώμενη παραγωγή σε βιομάζα ανά έτος (t) για τσιπούρα (*S.aurata*) και λαβράκι (*D. labrax*) για την Τουρκία, με ιχθυοπυκνότητα 14 k/m<sup>3</sup>, κύκλο εκτροφής 15 μήνες και για τα δύο είδη (Σενάριο A) ή 12 μήνες για την τσιπούρα και 19 μήνες για το λαβράκι (Σενάριο B) και χρησιμοποίηση 100% ή 75% της δυναμικότητας των FFs.

TFG	Μοναδες	Ογκος εκτροφής (x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Σενάριο A		Σενάριο B	
			Τσιπουρα +λαβρακι	Τσιπούρα	Λαβράκι	Σύνολο
1	15	1312676,51	14701,98	10291,38	5107,00	15398,39
2	25	1324658,19	14836,17	10385,32	5153,62	15538,94
3	1	60447,59	677,01	473,91	235,17	709,08
4	3	105786,70	1184,81	829,37	411,57	1240,93
5	14	1367254,64	15313,25	10719,28	5319,34	16038,62
6	5	272669,88	3053,90	2137,73	1060,83	3198,56
7	3	178804,76	2002,61	1401,83	695,64	2097,47
8	5	725824,80	8129,24	5690,47	2823,84	8514,31
<b>Σύνολο</b>	<b>70</b>		<b>59898,98 (100%)</b>			<b>62736,30 (100%)</b>
			<b>44924,23 (75%)</b>			<b>47052,22 (75%)</b>

Η εκτίμηση για την Ελλάδα ακόμη και για τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία του FAO (2009) παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση προς τα επάνω: 107512 t για το 75% της δυναμικότητας έναντι 94119 t για τη συνολική παραγωγή για τσιπούρα και λαβράκι που παρέχουν τα στοιχεία του FAO για το έτος 2009. Οι μεγαλύτερες ποσότητες στην εκτίμηση της συνολικής παραγωγής για την Ελλάδα, χρησιμοποιώντας το Ge, σε σχέση με επίσημα στοιχεία του FAO, έχουν φανεί και σε άλλες εργασίες για παλαιότερα έτη (Trujillo *et al.*, 2012), που για το 2006 έδινε 24285 t περισσότερους από τα επίσημα στοιχεία για το 75% της δυναμικότητας των τότε FFs. Η παρούσα εργασία δείχνει εκτίμηση αυξημένης παραγωγής 13393 t για τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία του FAO (2009) και για το 75% της δυναμικότητας των FFs της Ελλάδας.

Στην Τουρκία η εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή για την τσιπούρα και το λαβράκι για το 100% της δυναμικότητας των FFs παρουσιάζεται μειωμένη σε σχέση με τα τελευταία επίσημα στοιχεία: 62736 t έναντι των 74916 t που δίνουν τα επίσημα στοιχεία από τον FAO για το 2009. Όμως η ετήσια παραγωγή στην Τουρκία από τα στοιχεία του FAO δείχνει τάση μείωσης αφού για το 2008 ήταν 80940 t ενώ για το 2009 μειώθηκε κατά 6024 t φτάνοντας τους 74916 t, το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αλλαγή στη νομοθεσία (Yücel-Gier *et al.*, 2009; 2011), (MEF, 2007) και τη διαθεσιμότητα των περισσότερων δορυφορικών απεικονίσεων της παρούσας μελέτης για την Τουρκία από το 2011, έτος στο οποίο η πλειονότητα των μετεγκαταστάσεων ή των αναστολών λειτουργίας είχε πραγματοποιηθεί, οδηγεί στο συμπέρασμα πως το σύνολο αυτών των διαδικασιών έχει οδηγήσει σε μείωση της ετήσιας παραγωγής σε τσιπούρα και λαβράκι στην Τουρκία, φαινόμενο που αναμένουμε να διαφανεί σε επίσημα στοιχεία επόμενων ετών που θα δοθούν από οργανισμούς όπως ο FAO.

Για τη Μάλτα και την Αλβανία το σύνολο των μεταβολών όσο και των FFs που τις υπέστησαν είναι πολύ μικρό (5 FFs) και έτσι όποια εκτίμηση θα αντιμετώπιζε μεγάλο ποσοστό λάθους.

## Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή έδειξε ένα διαφορετικό τρόπο έρευνας πεδίου στο χώρο της υδατοκαλλιέργειας, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες του Διαδικτύου και εργαλεία ελεύθερα προσβάσιμα για έρευνα και έλεγχο δεδομένου ότι η φυσική παρουσία στις περιοχές της μελέτης, για το εύρος των μελετώμενων μονάδων ιχθυοκαλλιέργειών θα αποτελούσε υπερβολικά δύσκολο εγχείρημα.

Η επικύρωση (validation) που προσφέρει η χρήση του Ge για επιστημονική έρευνα έχει διαφανεί (Yamagishi *et al.*,2010;Fritz *et al.*,2009;Clark and Aide,2011;Clarke *et al.*,2010;Taylor *et al.*,2011;Harris *et al.*,2011) όπως επίσης και η εξαγωγή πληροφορίας όσον αφορά τη χρονική εξέλιξη φαινομένων που μπορούν να απεικονίζονται στη GUI (Graphical User Interface-γραφική διεπαφή χρήστη) του Ge (Dorais and Cardille,2011;Service,2012;Pringle,2010). Ωστόσο, οι μη πρόσφατες δορυφορικές απεικονίσεις για πολλές περιοχές όπως επίσης και οι μη σύγχρονες δορυφορικές απεικονίσεις για διαφορετικά μέρη που επιθυμούμε να συγκρίνουμε (όπως σε κάποιο βαθμό συνέβη στην παρούσα μελέτη) αποτελούν ευάλωτα σημεία της έρευνας που χρησιμοποιεί το Ge για εξαγωγή συμπερασμάτων στην παρούσα μελέτη. Η τυχαία περιοδικότητα εξάλλου δεν βοηθά στη δημιουργία χρήσιμων χρονοσειρών. Όμως ακόμη και με τις ιδιαιτερότητες που αναδύθηκαν στην πορεία της εργασίας, συνάχθηκαν χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά τη συμπεριφορά των συστημάτων ιχθυοκαλλιέργειας στη θάλασσα, ιδίως για την Ελλάδα και την Τουρκία.

Οι δύο κύριες παραγωγοί χώρες στην Μεσόγειο, φαίνεται πως χρησιμοποιούν παρόμοιες τεχνολογίες εγκαταστάσεων ιχθυοκλωβών και δεν διαφοροποιούνται ως προς κάποιο τύπο. Η τάση και στις δύο χώρες είναι για αντικατάσταση των κυκλικών κλωβών από τους τετράγωνους, μια τάση που συνεχίζεται από το δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1990, σύμφωνα με τις πρώτες καταγραφές του φαινομένου (Theodorou,2002). Η χωρική συνάθροιση μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας είναι το πρότυπο που επικρατεί και στις δύο χώρες ωστόσο στην Ελλάδα οι χωρικές συναθροίσεις βρίσκονται σε περισσότερες γεωγραφικές θέσεις.

Από τη μελέτη των ιστορικών δορυφορικών απεικονίσεων φάνηκε πως οι μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας αποτελούν δυναμικά συστήματα με αρκετές συντελούμενες αλλαγές στο πρότυπο σύνθεσης αλλά και ύπαρξής τους. Οι δυναμικές αλλαγές αυτές παρουσιάζουν έντονες διαφορές μεταξύ των χωρών, με εντονότερη διαφοροποίηση

την εξαφάνιση μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας από παράκτιες περιοχές της Τουρκίας και τη σχεδόν παράλληλη εγκατάσταση νέων μονάδων σε μεγάλες αποστάσεις από την ακτή, φαινόμενο που δεν παρουσιάζεται στις μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας της Ελλάδας. Οι εκτιμήσεις των τάσεων των αλλαγών που επιχειρήθηκαν, μπορούν να δώσουν την εικόνα που αναμένεται να παρουσιάζουν σήμερα οι μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας των δύο χωρών.

Σε επόμενο επίπεδο, η παρούσα μελέτη έκανε δυνατή την εκτίμηση της συνολικής ετήσιας παραγωγής σε τσιπούρα και λαβράκι για την Ελλάδα και την Τουρκία και προέβλεψε κατάσταση μείωσης της παραγωγής στην Τουρκία συνεκτιμώντας την τάση αλλά και την διαθεσιμότητα πρόσφατων δορυφορικών απεικονίσεων.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - References

- Ackefors H. & Södergren A., Swedish experience of impact of aquaculture on the environment. (1985). ICES/CM. E: 40/Sess.W:1-7.
- Ackefors, H.and Enell, M.(1990). Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas. *Ambio.*, 19: 28-35.
- Akbar M., Shahrouz Aliabadi, Reena Patel, Marvin Watts, A fully automated and integrated multi-scale forecasting scheme for emergency preparedness, *Environmental Modelling & Software* (2012), doi:10.1016/j.envsoft.2011.12.006.
- Akyol O. & O.Ertosluk. 2010. Fishing near sea-cage farms along the coast of the Turkish Aegean Sea. *J. Appl. Ichthyol.* 26, 11–15.
- Anon (2002). Report of the workshop course on fish assessment techniques.ICES CM 2002/D: 02.
- Arechavala-Lopez P., I. Uglem, P. Sanchez-Jerez, D. Fernandez-Jover, J. T. Bayle-Sempere, R. Nilsen. Movements of grey mullet *Liza aurata* and *Chelon labrosus* associated with coastal fish farms in the wester Mediterranean Sea. *Aquacult Environ Interact* 1: 127–136, 2010.
- Arisoy Yalcin , Gier Yucel Guzel, Pazi Idil , Relocation of the fish farms in Gulluk Bay, Water resources and wetlands, *Editors: Petre Gâstescu, William Lewis Jr., Petre Breţcan* Conference Proceedings, 14-16 September 2012, Tulcea – Romania ISBN: 978-606-605-038-8, (<http://www.limnology.ro/water2012/abstract/C/C2.html>)
- Athanassopoulou F., Prapas, Th., Rodger, H.: Diseases of Puntazzo puntazzo C. in marine aquaculture systems in Greece. *J. Fish Dis.*, 1999; 22: 215-218.
- Bailey, T.C. (1990). “GIS & simple systems for visual, interactive, spatial analysis”. *British Cartographic Journal*, 27, 12, p.p. 78 - 84.
- Ballagh Lisa M. , Bruce H. Raup, Ruth E. Duerr, SiriJodha S. Khalsa, Christopher Helm, Doug Fowler, Amruta Gupte, Representing scientific datasets in KML: Methods And challenges, *Computers & Geosciences* 37 (2011) 57–64.

- Belias CV, Bikas VG, Dassenakis MJ, Scoullos MJ (2003) Environmental impacts of coastal aquaculture in eastern Mediterranean bays: the case of Astakos Gulf, Greece. *Environ Sci Pollut Res Int* 10: 287–295.
- Beveridge M.C.M., Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact,(1984). FAO Fish. Tech. Paper 255, 131p.
- Beveridge, M. 2004.Cage aquaculture, third edition.Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd. 368 pp.
- Beveridge, M.C.M., 1996. Cage Aquaculture, second ed. Blackwell Fishing News Books, Oxford.
- Bjorklund, H., J. Bondestam and G. Bylund, 1990. Residues of oxytetracycline in wild fish and sediments from fish farms. *Aquaculture* 86: 359-367.
- Bjorklund, H.V., C.M.I. Rabergh, and G. Bylund, 1991. Residues of oxolinic acid and oxytetracycline in fish and sediments from fish farms. *Aquaculture* 97: 85-96.
- Booth, A.J. & Wood, B. 2004. Geographic Information Systems application in offshore marine fisheries. In Fisher, W. L. and Rahel, F.J. eds. *Geographic information systems in fisheries*. pp. 209-236. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. 275 pp.
- Bridger, C.J., Costa-Pierce, B.A., Goudey, C.A., Stickney, R.R. & Allen, J.D. 2003.Offshore aquaculture development in the Gulf of Mexico: Site selection, candidate species, and logistic alleviation. In Pages 273–283 C.J. Bridger and Costa-Pierce,B.A., eds. *Open Ocean Aquaculture: From Research to Commercial Reality*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
- Butler Declan, How did H5N1 spread to Africa & the European Union? , *Nature* 439, p.772 (16 Feb. 2006), <http://www.nature.com/avianflu/google-earth/> .
- Cardia, F. and Lovatelli, A. A review of cage aquaculture: Mediterranean Sea. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). *Cage aquaculture – Regional reviews and global overview*, pp. 156–187. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, FAO. 2007.
- Carvalho Luiz Felipe Ramos, Cristiano Barros de Melob, Concepta McManusc, Jogo Paulo Amaral Haddadd Use of satellite images for geographical localization of livestock holdings in Brazil, , *Preventive Veterinary Medicine* 103 (2012) 74– 77.

- Chen Aijun, Leptoukh Gregory, Kempler Steven, Lynnes Christopher, Savtchenko Andery, Nadeau Denis, Farley John, Visualization of A-Train vertical profiles using Google Earth, *Computers & Geosciences* 35 (2009) 419-427.
- Chien Nguyen Quang ,Tan Keat Soon; Google Earth as a tool in 2-D hydrodynamic modeling, *Computers & Geosciences* 37 (2011) 38–46.
- Choi Yosoon, Nieto Antonio, Optimal haulage routing of off-road dump trucks in construction and mining sites using Google Earth and a modified least-cost path algorithm, *Automation in Construction* 20 (2011) 982–997
- Cicin-Sain, B., Bunsick, S.M., Corbin, J., DeVoe, R. M., Eichenberg, T., Ewart,J., Firestone, J., Fletcher, K., Halvorson, H., MacDonald, T., Rayburn, R.,Rheault, R. & Thorne-Miller, B. 2005. Recommendations for an operational framework for offshore aquaculture in U.S. Federal waters. Center for Marine Policy, University of Delaware. 118 pp.
- Clark Matthew L. and Aide T. Mitchell , Virtual Interpretation of Earth Web-Interface Tool (VIEW-IT) for Collecting Land-Use/Land-Cover Reference Data - *Remote Sens.* 2011, 3, 601-620; doi:10.3390/rs3030601
- Clarke Philippa, Jennifer Ailshire, Robert Melendez, Michael Bader, Jeffrey Morenoff, Using Google Earth to conduct a neighborhood audit :Reliability of a virtual audit instrument, *Health & Place* 16 (2010) 1224–1229
- COFI, Technical Guidelines on Aquaculture Certification Version Approved by the 29th Session of Committee on Fisheries (COFI) held in Rome, Italy from 31 January to 04 February 2011 (1-26).
- Crutcher Michael & Zook Matthew, Placemarks and waterlines: Racialized cyberscapes in post-Katrina Google Earth, *Geoforum* 40 (2009) 523-534.
- Crutcher Michael, Zook Matthew, Placemarks and waterlines: Racialized cyberscapes in post-Katrina Google Earth, *Geoforum* 40 (2009) 523–534
- De Paor Declan G., Whitmeyer Steven J., Geological and geophysical modeling on virtual globes using KML, COLLADA, and Javascript, *Computers & Geosciences* 37 (2011) 100–110.
- Dempster, T., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J. T., Gimenez- Casalduero, F., Valle, C., 2002. Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 242, 237–252.

- Dempster, T., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J., Kingsford, M., 2004. Extensive aggregations of wild fish at coastal sea-cage fish farms. *Hydrobiologia* 525, 245–248.
- Deniz Hayri and Yücel-Gier Güzel, Site Selection, Monitoring and Environmental impact assessment on Aquaculture in Turkey, Workshop on National Legislation on Setting Monitoring Programme and on Environmental Impact Assessment 13-14 July 2009, Vigo/SPAIN, [http://www.faosipam.org/gfcmwebsite/CAQ/WGSCC/2009/Vigo/Turkey\\_Deniz\\_Gier.pdf](http://www.faosipam.org/gfcmwebsite/CAQ/WGSCC/2009/Vigo/Turkey_Deniz_Gier.pdf)
- Dimitriou, E., Katselis, G., Moutopoulos, D., Akovitiotis C., C. Koutsikopoulos, 2007 Possible influence of reared gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) on wild stocks in the area of the Messolonghi lagoon (Ionian Sea, Greece). *Aquaculture Research*, 38:398-408.
- Dorais Alexis and Cardille Jeffrey, Strategies for Incorporating High-Resolution Google Earth Databases to Guide and Validate Classifications: Understanding Deforestation in Borneo, - *Remote Sens.* 2011, 3, 1157-1176; doi:10.3390/rs3061157
- European Commission (2001). EU focus on coastal zones. Office for Official Publications of the European Communities. pp 29.
- Everitt Brian S., Landau Sabine, Leese Morven, Stahl Daniel, Cluster Analysis, 5<sup>th</sup> Edition, 2011, JohnWiley and sons ed.
- FAO 2010, REGIONAL REVIEW ON STATUS AND TRENDS IN AQUACULTURE DEVELOPMENT IN EUROPE – 2010, FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1061/1, ROME, 2011.
- FAO, 2006. State of World Aquaculture, FAO Fisheries Technical Paper. No. 500. FAO, Rome. 134 pp.
- FAO, 2007. The State of World Fisheries and aquaculture 2006, FAO Fisheries and Aquaculture Department, Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO/FIDI. 2006. “Aquaculture production, quantity 1950-2004” and “Aquaculture production, value 1984-2004”. FISHSTAT Plus - Universal software for fishery statistical time series [online or CDROM]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <http://www.fao.org>



- Fernandes, T.F., Eleftheriou, A., Ackefors, H., Eleftheriou, M., Ervik, A., Sanchez-Mata, A., Scanlon, T., White, P., Cochrane, S., Pearson, T.H., Miller, K.L., Read, P.A., 2002. The Management of the Environmental Impacts of Aquaculture. Scottish Executive, Aberdeen, UK. 88 pp.
- Fernandez-Jover D, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere JT, Arechavala-Lopez P, Martínez-Rubio L, Lopez-Jimenez JA, Martínez-Lopez FJ (2009) Coastal fish farms are settlement points for juvenile fish. *Mar Environ Res* 68:89–96
- Fernandez-Jover D, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere JT, Valle C, Dempster T (2008) Seasonal patterns and diets of wild fish assemblages associated to Mediterranean coastal fish farms. *ICES J Mar Sci* 65:1153–1160
- Fritz Steffen , Ian McCallum , Christian Schill , Christoph Perger , Roland Grillmayer , Frédéric Achard , Florian Kraxner and Michael Obersteiner - Geo-Wiki.Org: The Use of Crowdsourcing to Improve Global Land Cover, *Remote Sens.* 2009, 1, 345-354; doi:10.3390/rs1030345
- Fritz Steffen , McCallum Ian, Schill Christian, Perger Christoph, Linda See, Dmitry Schepaschenko, Marijn van der Velde, Florian Kraxner, Michael Obersteiner Geo-Wiki: An online platform for improving global land cover, *Environmental Modelling & Software* 31 (2012) 110-123
- [ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD\\_yearbook\\_2009/root/aquaculture/c1.pdf](ftp://ftp.fao.org/FI/CDrom/CD_yearbook_2009/root/aquaculture/c1.pdf)
- GESAMP (1991). Global Strategies for Marine Environmental Protection. Reports & Studies No. 45, IMO, London.
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution) (1991) Reducing Environmental Impacts of Coastal aquaculture. Rep. Stud. GESAMP, (47):35 p.
- GESAMP. The state of the marine environment. London, UK: Blackwell Scientific, 1991. 146pp.
- Goodchild, M.F.; Fu, P.; Rich, P. Sharing geographic information: an assessment of the geospatial one-stop. *Ann. Assn. Amer. Geogr.* 2007, 97, 250-266.
- Henderson A., S. Gamito, I. Karakassis, P. Pederson and A. Smaal, Use of hydrodynamic and benthic models for managing environmental impacts of marine aquaculture, *J. Appl. Ichthyol.* 17 (2001), 163-172.

- Haining, R. (1994). "Designing Spatial Data Analysis Modules for Geographical Information Systems". In Forthingham, P. & Rogerson, P. (1994), "Spatial Analysis and GIS". Hong Kong: Taylor & Francis.
- Harris L., R. Nel, D. Schoeman, 2011. Mapping beach morphodynamics remotely: A novel application tested on South African sandy shores; *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92 : 78-89
- <https://developers.google.com/kml/documentation/>
- Huntington, T.C., H. Roberts, N. Cousins, V. Pitta, N. Marchesi, A. Sanmamed, T. Hunter-Rowe, T. F. Fernandes, P. Tett, J. McCue and N. Brockie (2006). 'Some Aspects of the Environmental Impact of Aquaculture in Sensitive Areas'. Report to the DG Fish and Maritime Affairs of the European Commission, Report ref: 221-EC/R/02/B, Date issued: 07 July 2006.
- Kaimaris D., O. Georgoula, P. Patias, E. Stylianidis 2011. Comparative analysis on the archaeological content of imagery from Google Earth, *Journal of Cultural Heritage* 12 263–269.
- Kalantzi I. & Karakassis I., 2006. Benthic impacts of fish farming: Meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin* 52: 484–493
- Kapetsky, J.M. & Aguilar-Manjarrez, J. 2007. Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 458. Rome, FAO. 125p. (Available at [www.fao.org/docrep/009/a0906e/a0906e00.htm](http://www.fao.org/docrep/009/a0906e/a0906e00.htm)).
- Kapetsky, J.M. & Caddy, J.F. 1985. Applications of remote sensing to fisheries and aquaculture. FAO Report of the 11th Session of the Advisory Committee on Marine Resources Research, Supplement. FAO, Rome. FAO Fisheries Report, (338) Suppl.:37-48.
- Karakassis I, Pitta P, Krom MD (2005), Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. *Sci Mar* 69: 313–321.
- Karakassis, I., Hatziyanni, E., Tsapakis, M., Plaiti, W., 1999. Benthic recovery following cessation of fish farming: a series of successes and catastrophes. *Marine Ecology Progress Series*, 184:205-218.
- Karakassis, I., Papadopoulou, K.N., Apostolaki, E., Koutsoubas, D., 2004. Mesoscale effects of fish farming zones on macrobenthic communities in the Aegean Sea. *Rapports Commission Internationale Mer Méditerranée*, 37: 377.

- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., 1998. Seasonal variability in sediment profiles beneath fish farm cages in the Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 162: 243-252.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K.-N., Plaiti, W. 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of Marine Science* 57 (5): 1462-1471.
- Katranidis S, Nitsi E, Vakrou A (2003) Social acceptability of aquaculture development in coastal areas: the case of two Greek islands. *Coast Manag* 31: 37–53
- Katranidis, S. (Ed.). (2001). *The Greek aquaculture sector: An integrated approach to its study*. Thessaloniki: University of Macedonia.
- Kennedy D., Bishop M.C. 2011 Google earth and the archaeology of Saudi Arabia. A case study from the Jeddah area, *Journal of Archaeological Science* 38 :1284-1293.
- Klaoudatos, S.D., Klaoudatos, D.S., Smith, J., Bogdanos, K., Papageorgiou, E., 2006. Assessment of site specific benthic impact of floating cage farming in the eastern Hios island, Eastern Aegean Sea, Greece. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 338, 96–111.
- La Rosa, T., Mirto, S., Favalaro, E., Savona, B., Sara, G., Danovaro, R. & Mazzola, A. 2002. Impact on the water column biogeochemistry of a Mediterranean mussel and fish farm. *Water Research* 36:713–721.
- La Rosa, T., Mirto, S., Mazzola, A., Danovaro, R., 2001. Differential responses of benthic microbes and meiofauna to fish-farm disturbance in coastal sediments. *Environ. Pollut.* 112, 427– 434.
- Lisle RJ, 2006. Google Earth: a new geological resource. *Geology today* 22:29–32.
- Luo Hongbing , Bo Huang, Xiaoling Liu, Ke Zhang, Green Roof Assessment by GIS and Google Earth, *Procedia Environmental Sciences* 10 ( 2011 ), 2307 – 2313 2011, 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT 2011).
- Machias, A., Karakassis, I., Labropoulou, M., Somarakis, S., Papadopoulou, K.N., Papaconstantinou, C., 2004. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine environment. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 60: 771-779.

- Machias, A., Karakassis, I., Somarakis, S., Giannoulaki, M., Papadopoulou, K.N., Smith, C., 2005. The response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Marine Ecology Progress Series* 288, 241-250.
- McCartney Melissa, A Destination in Time, *Science* vol.332 no6036 p.1360, 17 June 2011.
- MEF Form, 2008: The special format used in an application for an EIA report in connection with the establishment of an aquaculture project.
- MEF, (Ministry of Environment and Forestry), 2007: The notification to identify the closed bay and gulf qualified sensitive where fish farms are not suitable to be established in the seas. *Turkish Official Gazette* No. 26413.
- MEP, MacAlister Elliot and Partners (1999). *Forward Study of Community Aquaculture*. MacAllister Elliot and Partners Ltd., UK.
- Mooneyhan, W. 1985. Determining aquaculture development potential via remote sensing and spatial modelling. *Applications of remote sensing to aquaculture and inland fisheries*. Report of the ninth UN/FAO international training course in cooperation with the Government of Italy. *FAO Rome RSC Series* 27:217-247.
- Morata T., J. Sospedra, S. Falco, M. Rodilla, 2012. Exchange of nutrients and oxygen across the sediment–water interface below a *Sparus aurata* marine fish farm in the north-western Mediterranean Sea, *J Soils Sediments* 12:1623–1632, DOI 10.1007/s11368-012-0581-2
- Muir, J., 2004, Offshore Mariculture System Options. Lecture delivered at the CIHEAM Advanced Course on Offshore Mariculture, Zaragoza (Spain), 17-22 May 2004 (available at <http://www.easonline.org/agenda/en/description.asp?id=264>).
- Myrseth Bjørn, 1993. Open production systems: Status and future challenges in Fish Farming Technology, Reinertsen, Dahle, Jørgensen, Tvinnereim (eds), 1993 Balkema, Rotterdam. 5-16 pp
- Nourbakshsh I., Sargent Randy, Wright Anne, Cramer Kathryn, McClendon Brian & Jones Michael, 2006 Mapping disaster zones, *Nature* 439, p.787-788 (16 Feb. 2006)
- Oberlies N.H., J. I. Rineer, F. Q. Alali, K. Tawaha, J. O. Falkinham, W. D. Wheaton 2009. Mapping of sample collection data: GIS tools for the natural product researcher, *Phytochemistry Letters* 2: 1–9.

- PAP/RAC, 1996. Approaches for zoning of coastal areas with reference to Mediterranean aquaculture. PAP10/EAM/GL.1 Split Croatia, 37 p.
- Papoutsoglou, S.E., 2000. Monitoring and regulation of marine aquaculture in Greece: licensing regulatory control and monitoring guidelines and procedures. *Journal of Applied Ichthyology*, 16: 167-171
- Pérez, O.M., Telfer, T.C. & Ross, L.G. 2005. Geographical information systemsbased models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research* 36(10), 946-961.
- Pillay, T.V.R., 2004. *Aquaculture and the Environment*, second ed. Blackwell Publishing, Oxford.
- Pinakis, E.s 2003.“Effects of aquaculture on growth of four fish species”, 4th Annual Meeting on Graduate research in Environmental Biology Department of Biology-Institute of Marine Biology of Crete, Book of Abstracts, 27-29 June 2003 UFICER, University Facility and Information Center on Environmental Research Welfare Foundation Aghia Sofia, <http://www.biology.uoc.gr/postgraduate/EnvBiol/abstracts/BookofAbstracts2003.pdf>)
- Pitta P, Apostolaki ET, Tsagaraki T, Tsapakis M, Karakassis I 2006. Fish farming effects on chemical and microbial variables of the water column: a spatio-temporal study along the Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 563: 99–108
- Pitta P, Tsapakis M, Apostolaki ET, Tsagaraki T, Holmer M, Karakassis I 2009. ‘Ghost nutrients’ from fish farms are transferred up the food web by phytoplankton grazers. *Mar Ecol Prog Ser* 374: 1–6
- Pitta, P., Apostolaki, E.T., Giannoulaki, M., Karakassis, I., 2005. Mesoscale changes in the water column in response to fish farming zones in three coastal areas in the Eastern Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65, 501–512p.
- Postpischln L., Danecek P. , Morelli A. , Pondrelli S.,2011. Standardization of seismic tomographic models and earthquake focal mechanisms datasets based on web technologies, visualization with keyhole markup language, *Computers & Geosciences* 37 :47–56p.
- Pringle Heather 2010. Google Earth shows clandestine worlds, *Science* vol.329, no 5995 pp.1008-1009, 27 Aug.2010

- Romesburg H. Charles, 2004. Cluster Analysis for Researchers, Lulu press.
- Rosenthal H., Weston D., Gowen R. & Black E. (Eds). Report of the ad hoc Study Group on the 'environmental impact of mariculture'. ICES. Coop. Res. Rep.,(1988), 154,83p.
- Ryan, J. 2004. Farming the deep blue. Bord Iasscaigh Mhara and Irish Marine Institute.Ireland. 67 pp.
- Service F. Robert, Mountains of Data, Science vol.337 no6096, pp.793-795, 17 Aug.2012
- Sheppard S. R.J., Cizek P.,2009. The ethics of Google Earth: Crossing thresholds from spatial data to landscape visualization, Journal of Environmental Management 90 : 2102–2117p.
- SIPAM. 2006. Information System for the Promotion of Aquaculture in the Mediterranean. Production statistics available at [www.faosipam.org](http://www.faosipam.org).
- Standart G.D., Stulken K.R., Zhang X., Zong Z.L.2011.Geospatial visualization of global satellite images with Vis-EROS, Environmental Modelling & Software 26:980-982p.
- Stephanis, J. 1995. Economic viability of production systems seabass/ seabream in Greece (industrial scale). pp. 65-77. In: Aquaculture Production Economics. Proceedings of the Seminar of CIHEAM Network on Socio-Economic and Legal Aspects of Aquaculture in the Mediterranean (Selam). Montpellier, France: Cah. Options Mediterr., 14 .
- Sun Enji, Nieto Antonio, Li Zhongxue 2010. GPS and Google Earth based 3D assisted driving system for trucks in surface mines, Mining Science and Technology 20: 0138–0142
- Sun En-ji, Nieto Antonio, Zigbee/Google Earth based assisted driving system in mining, Mining Science and Technology 19 (2009) 0626–0630p.
- Sun Xiaojuan , Suhung Shen, Gregory G. Leptoukh, Panxing Wanga, Li ping Di, Mingyue Lu, Development of a Web-based visualization platform for climate research using Google Earth, Computers & Geosciences ( in press).
- Tacon, A.G.J., Halwart, M., 2007. Cage aquaculture: a global overview. In: Halwart, M., Soto, D., Arthur, J.R. (Eds.), Cage Aquaculture – Regional Reviews and Global Overview. FAO Fisheries Technical Paper No. 498, pp. 1–16, Rome, FAO, 241 p.

- Taylor Bronwen T., Fernando Peter, Bauman Adrian E., Williamson Anna, Craig Jonathan C., Redman Sally, Measuring the Quality of Public Open Space Using Google Earth, *American Journal of Preventive Medicine* 2011; 40(2):105–112).
- Theodorou, J A., 2002. Current and Future Technological Trends of European Seabass-Seabream culture. *Rev. in Fisheries Science*, 10(3 & 4):529-543.
- Travaglia, C. & Appelkamp, C. 1985. Applications of Remote Sensing to Aquaculture and Inland Fisheries. Ninth UN/FAO International Training Course in Cooperation with the Government of Italy. Rome, Italy, 10-28 September 1984. RSC SER., No. 27. Rome, FAO. 301 pp.
- Trujillo P, Piroddi C, Jacquet J (2012), Fish Farms at Sea: The Ground Truth from Google Earth. *PLoS ONE* 7(2): e30546. doi:10.1371/journal.pone.0030546
- van Lammeren R., Houtkamp J., Colijn S., Hilferink M., Bouwman A., Affective appraisal of 3D land use visualization, *Computers, Environment and Urban Systems* 34 (2010) 465–475.
- Waltham J. Natham, Conolly M. Rod, Global extent and distribution of artificial, residential waterways; *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 94 (2011) 192-197.
- Weston D.P., The environmental effects of floating mariculture in Puget Sound. Special Report, Washington Dept. of Fisheries and Ecology, Seattle, USA (1986).
- Weston, D.P., Environmental considerations in the use of antibacterial drugs in aquaculture. In: *Aquaculture and Water Resources Management* (Ed. by D.J. Baird, M.C.M. Beveridge, L.A. Kelly & J.F. Muir), (1996) pp. 140-65. Blackwell, Oxford.
- Wright T.E, Burton M., Pyle D. M., Caltabiano T., Visualising volcanic gas plumes with virtual globes, *Computers & Geosciences* 35 (2009) 1837–1842.
- Yabanlı Murat, Egemen Özdemir , Monitoring the environmental impacts of marine aquaculture activities on the water column and the sediment in vicinity of the Karaburun Peninsula (TURKEY eastern Aegean sea), *Journal of Fisheries Sciences.com* 3(3), 2009:207-213.
- Yamagishi Yasuko, Hiroshi Yanaka, Katsuhiko Suzuki, Seiji Tsuboi, Takehi Isse, Masayuki Obayashi, Hajimu Tamura, Hiromichi Nagao, Visualization of geosciences data on Google Earth: Development of a data converter system

- for seismic tomographic models, *Computers & Geosciences* 36 (2010) 373–382.
- Yang Xiao ying, Geng-Ming Jiang , Xing zhang Luo, Zheng Zheng, Preliminary mapping of high-resolution rural population distribution based on imagery from Google Earth: A case study in the Lake Tai basin, eastern China, *Applied Geography* 32 (2012) 221-227.
- Yücel - Gier G, Uslu O and Kucuksezgin F, 2009. Regulating and monitoring marine finfish aquaculture in Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 25:686–694.
- Zitko V. (1986) Chemical contamination in aquaculture. *Canadian Aquaculture*, 2(1), 9-10.
- Zitko,V. ,(2001), Analytical chemistry in monitoring the effects of aquaculture: one laboratory's perspective. *ICES journal of Marine Sciences*,58, 486-91
- Καρράς Παναγιώτης, Κούκου Κατερίνα, Ράμφος Αλέξης, Κατσέλης Γεώργιος, Χωρική κατανομή και τεχνικά χαρακτηριστικά της θαλασσοκαλλιέργειας της δυτικής και κεντρικής Ελλάδας, Πρακτικά 14<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων,(2010), 209-212.
- Κουτσόπουλος, Κ. (2002). “Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου”. Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- ΥΠΕΚΑ (Υπ. Περιβ. Ενεργ. και Κλιμ. Αλλαγής), Ειδικό πλαίσιο χωροταξιακού σχεδιασμού και αειφορού αναπτυξης υδ/ων. Σχέδιο ΚΥΑ, Μάρτιος 2011, (ΦΕΚ 2025, 2011).



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Αριθμός δοροφορικών απεικονίσεων (satlms), μέσος αριθμός κλωβών (AvN), μέσος όγκος εκτροφής (Vn) , μέση επιφανεια (Sfn) και μέση ελάχιστη απόσταση από την ακτή (Dcc) των μονάδων ανά χωρική ομάδα (SG). (nr: η χωρική ομάδα δεν συμμετέχει στην ανάλυση ποικιλότητας (ANOVA)). Με έντονη γραφή σημειώνεται η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή της Dcc.

SG	satlms	AvN	Sfn(10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	Vn (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Dcc (m)	
1	1	17.00	4.85	112.79	116.64	nr
2	2	26.00	4.12	60.44 <sup>1</sup>	160.61	nr
3	16	42.69	5.18	74.11	90.50	
4	4	49.50	9.47	181.84	43.98	nr
5	7	12.00	0.24	1.23	283.50	nr
6	7	26.57	4.91	80.31	109.70	nr
7	44	31.61	4.34	67.22	134.36	
8	30	40.93	5.70	105.06	208.86	
9	32	37.12	4.41	64.06	294.31	
10	7	47.43	3.35	36.93	73.93	nr
11	39	33.59	5.87	111.49	110.31	
12	13	10.61	4.23	109.73	369.09	
13	18	34.00	4.38	71.75	74.20	
14	20	36.35	6.56	129.75	36.70	
15	103	84.88	6.35	103.03	400.03	
16	20	49.70	5.33	72.80	94.30	
17	2	49.00	2.16	14.58	16.01	nr
18	1	50.00	6.73	96.59	89.78	nr
19	3	17.67	4.74	106.06	39.28	nr
20	16	41.81	5.59	80.80	52.91	
21	9	24.11	2.44	36.00	33.83	nr
22	4	25.00	3.49	52.85	115.04	nr
23	1	19.00	1.91	24.06	93.75	nr
24	50	43.60	4.97	77.09	<b>89.02</b>	
25	14	39.21	3.74	49.91	151.11	
26	12	43.83	6.08	91.11	293.01	
27	9	46.00	6.24	101.15	143.14	nr
28	12	43.17	2.77	25.52	68.61	
29	11	17.27	1.71	25.23	90.79	
30	74	22.58	5.11	111.24	<b>722.38</b>	
31	9	74.11	4.66	67.25	34.46	nr
<b>Μέση τιμή (τυπικό σφάλμα)</b>		<b>43.73(2.62)</b>	<b>3.92(0.16)</b>	<b>57.60(1.83)</b>	<b>254.02(19.35)</b>	
<b>διάστημα</b>		<b>(10.61-84.88)</b>	<b>(0.24-9.47)</b>	<b>(1.23-181.84)</b>	<b>(16.01-722.38)</b>	
<b>Σύνολο</b>		<b>590</b>				
<b>ANOVA;P</b>		<b>&gt;0.05</b>	<b>&gt;0.05</b>	<b>&gt;0.05</b>	<b>&lt;0.05</b>	

